

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DEL CULTIVO DE TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*) EN LA REGIÓN DEL PAPALOAPAN, OAXACA, MÉXICO

DISTINCTIVE CHARACTERISTICS OF NILE TILAPIA CULTIVATION (*Oreochromis niloticus*) IN THE PAPALOAPAN REGION, OAXACA, MEXICO

Carolina Antonio Estrada¹, César Julio Martínez Castro², Héctor Hugo Sánchez Hernández³, Marco Antonio Sánchez Medina⁴, Iván Antonio García Montalvo⁵

¹Estudiante de Doctorado. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. carolina_ibq210780@hotmail.com, (951)5015016 ext. 1143. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja 125, Oaxaca de Juárez, Oax. C.P. 68030.

Autor corresponsal.

²Doctor en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico. Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Instituto de Agroingeniería. c_julios4@hotmail.com, 2818729230 ext. 221. Av. Ferrocarril S/N. Loma Bonita, Oax. C.P. 68400.

³Doctor en Ciencias Ópticas. Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Instituto de Agroingeniería. hehusan@hotmail.com, 2818729230 ext. 221. Av. Ferrocarril S/N. Loma Bonita, Oax. C.P. 68400.

⁴Doctor en Ciencias. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. mmedinaito@gmail.com, (951)5015016 ext. 1143. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja 125, Oaxaca de Juárez, Oax. 68030.

⁵Doctor en Ciencias Médicas y Biológicas. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. snipermtalvo@gmail.com, (951)5015016 ext. 1143. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja 125, Oaxaca de Juárez, Oax. C.P. 68030.

Resumen – La acuicultura tiene potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de México. Existen zonas de este país donde la actividad se realiza con resultados alentadores para lograr desarrollo sustentable de comunidades rurales. No obstante, se carecen de estudios que muestren los aspectos básicos en los cuáles se practica la actividad. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de una encuesta aplicada a acuicultores de tilapia de tres municipios de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, México, referentes a cinco características: productores, jaulas, producción, comercialización y consumo, y aspectos generales de la práctica acuícola. Se aplicó una encuesta a 70 acuicultores empleando el método de muestreo no probabilístico de bola de nieve. Los resultados destacan que la producción la realizan principalmente hombres (83%) con edades de 19 y hasta 75 años. La mayoría habla lengua indígena (88%). Los acuicultores utilizan jaulas flotantes rectangulares (97%), las cuales han incrementado en número desde el inicio de la actividad con respecto al momento en que se aplicó la encuesta. El costo de alimentación representa del 61 al 70% del costo total. La mayor parte de la tilapia cosechada por ciclo se destina para venta, aunque los productores manifestaron destinar en promedio el 1.7% al autoconsumo. Un amplio porcentaje (96%) sigue protocolos de alimentación. Se concluye que, la producción acuícola de tilapia en la región del Papaloapan ha contribuido a lograr diversos objetivos socioeconómicos de interés nacional en comunidades consideradas con pobreza extrema y rezago social, como la generación de autoempleos que mejoran los ingresos de los acuicultores y el nivel de vida de sus familias. Además, tiene el potencial para aumentar la oferta de alimentos altamente nutritivos como la tilapia, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y el desarrollo social, tecnológico y económico del estado de Oaxaca y del país.

Palabras Clave: Acuicultura, tilapia, características personales, producción, comercialización.

Abstract – Aquaculture has the potential to contribute to Mexico's food security. This activity is being implemented in some areas of the country with positive results in terms of sustainable development of rural communities. However, studies showing the basic aspects in which the activity is practiced are lacking. This paper presents the results obtained from a survey of tilapia farmers in three municipalities of the Papaloapan Cuenca, Oaxaca, Mexico, regarding five characteristics: producers, cages, production, marketing and consumption, and general aspects of the aquaculture practice. A survey was applied to 70 fish farmers using the non-probabilistic snowball sampling method. The results show that production is mainly concentrated in men (83%) between the ages of 19 and 75 years old. The predominance of indigenous speakers (88%). The fish farmers use rectangular floating cages (97%), which have increased in number since the beginning of the activity compared to the time of the survey. The cost of feed represents 61-70% of the total cost. Although most of the tilapia harvested per cycle is destined for sale, producers reported that an average of 1.7% is for personal consumption. In addition, a large percentage (96%) follow feeding protocols. It is concluded that tilapia aquaculture production in the Papaloapan region has contributed to achieving various socioeconomic objectives of national interest in communities considered to be in extreme poverty and social straggle, such as generating self-employment that increases the income of fish farmers and the standard of living of their families. Furthermore, it has the capacity to increase the supply of highly nutritious foods such as tilapia, thus contributing to food security and the social, technological, and economic development of the state of Oaxaca and the country.

Key words –Aquaculture, tilapia, personal characteristics, production, marketing.

INTRODUCCIÓN

Se proyecta que para mediados del presente siglo la población mundial sea cercana a los 10 mil millones de habitantes, provocando una presión en la demanda de alimentos [1]. El sector pesquero-acuícola contribuye de manera importante en el abasto de alimentos altamente nutritivos y es considerado como un sector prioritario para la soberanía y seguridad alimentaria en el mundo. De acuerdo con cifras estimadas por la FAO [2], en el año 2020 la producción mundial de animales acuáticos fue de 178 millones de toneladas, de las cuales la pesca contribuyó con el 51% y la acuicultura con 49%. De los 66 millones de toneladas obtenidas en aguas continentales el 83% fue procedente de la acuicultura y el 17% restante de la pesca de captura. Cerca del 90% de esta producción se destinó únicamente para el consumo humano.

Con un crecimiento anual del 5.3% [3], la acuicultura es una actividad desarrollada por diferentes grupos sociales, desde personas con un estatus económico bajo en los países en vías de desarrollo, hasta empresas multinacionales. Para su práctica, la acuicultura utiliza diferentes especies en los cultivos, basando la elección principalmente en las condiciones climáticas y los recursos hídricos disponibles.

En México la acuicultura ha logrado seleccionar especies para cultivo según las condiciones de cada región, existiendo algunas especies con capacidad de adaptarse a diferentes condiciones como es la tilapia (*Oreochromis* spp.), que gracias a sus cualidades en el aspecto productivo, como su rápido crecimiento, gran resistencia física, alta capacidad reproductora, adaptabilidad para vivir en condiciones de cautiverio, aceptación de una amplia variedad de alimentos y resistencia a aguas poco oxigenadas tanto dulces como saladas, se cultiva en casi toda la República Mexicana.

Paralelamente a la agricultura y la ganadería, la producción acuícola de tilapia en México es considerada una actividad que permite generar empleos, mejorar la nutrición por medio de alimento de alto valor proteico, garantizar dietas saludables asequibles para una población cada vez mayor y mejorar la economía y nivel de vida de los productores que la practican y de sus familias [2]. Por ello, se le considera una actividad productiva estratégica en el logro del desarrollo sostenible de muchas comunidades rurales donde se practica [4,5].

En el año 2021 el volumen de producción nacional de tilapia alcanzó las 77,245 toneladas, colocándola en el quinto y cuarto lugar en volumen de producción y valor de la producción pesquera, respectivamente. En el caso del estado de Oaxaca, la producción de tilapia en el año 2021 fue de 274 toneladas ocupando la quinta posición superada por especies como los tünidos, tiburón y cazón,

camarón, guachinango y jurel. En esta entidad se reporta la existencia de 592 unidades de producción acuícola [6]. Al igual que otras entidades que cuentan con cuerpos de agua continentales importantes como presas, ríos, lagos, y lagunas, la tilapia se cultiva principalmente en comunidades rurales bajo sistemas de producción acuícolas extensivos y semi-intensivos para el autoconsumo y comercialización parcial [7].

De manera particular, la región del Papaloapan, Oaxaca, cuenta con dos grandes y extensas cuencas hidrográficas como lo son la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro) y la presa Miguel Alemán, consideradas excelentes zonas para el desarrollo y crecimiento de la acuicultura en el estado. A pesar de que la producción acuícola de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) se practica desde el año 1964 en los embalses de estas presas, se desconocen múltiples situaciones relacionadas con las características personales de quienes se dedican al cultivo, los datos productivos y económicos de la actividad, entre otras.

De acuerdo con diversos autores [8,9] el esclarecer las características de quienes realizan las actividades productivas y de sus unidades de producción, es fundamental para proponer recomendaciones de mejora y el desarrollo de políticas públicas de apoyo diferenciadas, así como para la transferencia de tecnología acorde a estas características [10]. Así, el objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos de una encuesta aplicada a acuicultores de tilapia de tres municipios de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, referentes a cinco características: productores, jaulas, producción, comercialización-consumo, y características generales de la actividad acuícola. Se espera que los resultados, sirvan como base para la toma de decisiones de los encargados de formular políticas, directores y científicos, a fin de potenciar la producción acuícola de tilapia para mejorar la productividad y sustentabilidad de la actividad acuícola en la región del Papaloapan, buscando beneficiar a los acuicultores, sus familias y propiciar el desarrollo regional y tecnológico del estado de Oaxaca.

DESARROLLO

De marzo a julio de 2019, con muestreo no probabilístico por bola de nieve [11], se identificaron y entrevistaron a 68 productores de tilapia del Nilo y dos Sociedades Cooperativas (Sociedad Cooperativa de Producción pesquera “Integración de la Chinantla” S.C. de R.L. de C.V. y la Sociedad Cooperativa Tenguayaque de Potrero Viejo S.A. de C.V.) de 19 localidades consideradas con pobreza extrema y rezago social [12], pertenecientes a tres municipios ubicados en la región del Papaloapan (Tabla 1) y cuya actividad acuícola la realizan en los embalses de las presas Miguel de la Madrid Hurtado (18°0'2.50"N 96°15'49.68"O) y Miguel Alemán (18°13'56"N 96°24'41"O) en el estado de Oaxaca.

Para la entrevista se aplicó un cuestionario dividido en 5 secciones. La primera sección solicitó información

relacionada con las características generales de los acuicultores, quedando integrada por 9 ítems (Tabla 2). La segunda sección consideró características de las jaulas y quedó conformada por 13 ítems (Tabla 3). La tercera sección se enfocó en los aspectos de la producción, compuesta por 13 ítems (Tabla 4). La cuarta sección referente a la comercialización y consumo estructurada en 12 ítems (Tabla 5). La quinta sección solicitó información general de la actividad acuícola y se compuso de 16 ítems (Tabla 6).

Tabla 1. Localidades incluidas en la actividad acuícola en la región del Papaloapan, Oaxaca, Méx.

Municipio	Localidades y (productores encuestados)
San Miguel Soyaltepec	Nuevo Pescadito de Abajo (2).
San Pedro Ixcatlán	San Pedro Ixcatlán (16); Arroyo Zontle (1); Buena Vista (1); La Cabeza del Tilpam (1).
San Lucas Ojitlán	Nuevo Aguacate (8); Nuevo Monte liberal (1); Cerro de Oro (4); Nuevo Potrero Viejo (14); Amado Nervo (1); Nuevo Cafetal (3); Nuevo Santa Rosa de Lima (1); Laguna Escondida (5); Portillo (1); Heladio Ramírez (1); Nuevo Monte Liberal (4); San Lucas Ojitlán (1); Nuevo Monte Bello (1); Florentino Terán (1); Nueva Laguna Escondida (3).

El estudio fue de tipo transversal para lo cual los datos fueron capturados y analizados empleando estadística descriptiva por medio del editor estadístico de datos IBM SPSS versión 21. Para las variables numéricas se determinaron estadísticos de tendencia central y de dispersión como media, desviación estándar, máximo y mínimo, mientras que para las variables categóricas se calcularon porcentajes, apoyando los análisis con tablas. En este sentido, el trabajo es de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo [13].

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Características generales de los productores

Las características distintivas de los productores de tilapia en el Papaloapan se resumen en la tabla 2. La edad de los productores incluidos en la muestra fue variable, identificándose jóvenes de menos de 20 años y hasta adultos mayores de 70 años. El rango de edad para la mayoría de los encuestados fue de los 40 a 49 años (39%), el 23% corresponde a aquellos con edades de 30 a 39 años. De manera conjunta estos dos rangos sumaron el 62% de los productores. El promedio de edad calculado para los entrevistados en este trabajo (43 ± 13 años) está por debajo del promedio calculado (49.2 años) para los responsables de las unidades económicas rurales que se dedican a las actividades acuícolas en México, pero coincide con el rango de edad (40 a 50 años) de la mayoría

(32%) de los acuicultores reportados por la SAGARPA [14].

El conocer la edad de los productores es fundamental para promover acciones que contribuyan o faciliten la adopción de innovaciones con la intención de mejorar la productividad y competitividad de las unidades de producción. En este sentido, múltiples investigaciones en el ámbito agropecuario han reportado una relación positiva entre la edad y la adopción [15,16], que implica que cuando los productores son maduros y cuentan con recursos económicos para invertir, es más factible que adopten las innovaciones o tecnologías que se ofertan en el mercado, siempre que estas demuestren tener un beneficio que sea perceptible en los rendimientos, ingresos y rentabilidad de la actividad. También, existen investigaciones [17,18], que mencionan una relación inversa, es decir, que los productores más jóvenes son más propensos a innovar, debido a su capacidad de adaptación a los cambios a diferencia de los productores más longevos que se pueden resistir a los cambios.

La actividad acuícola en la región del Papaloapan, México, es realizada principalmente por los hombres (83%) y en menor proporción por las mujeres (17%). Esta situación toma importancia, porque existen estudios que han demostrado que el sexo de los productores es una variable que influye en la adopción de innovaciones [19]. Por otro lado, la presencia de las mujeres en esta actividad rescata en primer lugar el término de pluriactividad en el medio rural descrito por [20], coincide con los problemas y retos mencionados por [21,22], además rescata el reconocimiento de la mujer en la pesca-acuicultura y su aportación en la seguridad y soberanía alimentaria [23]. El promedio de años de experiencia en el cultivo de tilapia fue de 6 años, donde el 40% de los acuicultores manifestó llevar de 1 a 5 años, el 23% de 6 a 10 años, otro 13% de 11 a 15 años y solo el 7% lleva cerca de 20 años en la actividad. El resto de los acuicultores (17%) comentó tener menos de un año en la práctica.

La media de dependientes económicos para los productores fue de 4 ± 2 personas, donde la mayoría (53%) indicó tener de 4 a 7 dependientes económicos y 34% de 1 a 3 personas. Otros porcentajes menores mencionaron no tener dependientes (7%), tener más de 7 dependientes económicos (5%), inclusive algunos (1%) reportaron tener más de 10 y hasta 13, situación que enfatizaron estos últimos como positiva, pues al tener muchos dependientes económicos no han tenido la necesidad de contratar personas ajenas que ayuden en la práctica pues la misma familia es la encargada en cada una de las operaciones requeridas en la actividad.

El 88% de los productores admitió hablar lengua indígena, siendo la chinanteca la que predomina (74%), seguida de la mazateca (14%). El 12% comentó que habla únicamente el castellano.

Tabla 2. Características generales de los acuicultores de tilapia del Nilo en la región Papaloapan, Oaxaca, México.

Variable	Escala	%	Escala	%	Acumulado
1. Edad	40-49 años	39	30-39 años	23	62%
2. Sexo	Hombres	83	Mujeres	17	100%
3. Experiencia	1-5 años	40	6-10 años	23	63%
4. Dependientes económicos (personas)	4-7	53	1-3	34	87%
5. Lengua	Chinanteca	74	Mazateca	14	88%
6. Motivos para iniciarse en la acuicultura (Bajos ingresos)	Agropecuarios	67	Comercio	8	75%
7. Recursos con los que se inició en la actividad	Gobierno	51	Propio	45	96%
8. Permiso CONAGUA	Si	87	No	13	100%
9. Registro Nacional de Pesca (RNP)	Si	90	No	10	100%

Para el 86% de los productores, el motivo principal para integrarse a la acuicultura fue la escasa remuneración económica que percibían por las actividades previas a las que se dedicaban, ya que la agricultura y ganadería traspatio (67%), el comercio (8%), el ser amas de casa (7%) u obreros en algunas industrias de la región (4%), no les permitían tener insumos ni servicios básicos y en algunos casos ni siquiera sus propias viviendas [24]. El resto de los productores (14%) comentó que la acuicultura ha sido para ellos un complemento de crecimiento económico.

El 51% de los productores comentó haber podido iniciar la actividad acuícola gracias al apoyo gubernamental, específicamente al programa de Acuicultura de fomento, de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Agricultura (SEDAPA) de Oaxaca, dicho programa apoya con el recurso económico para la compra de lanchas e infraestructura necesaria. El 45% inició con recursos propios y, el 4% comentó haber solicitado un préstamo personal para incursionar en la actividad acuícola. El 87% de los acuicultores cuentan con permisos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) referente a la instalación de jaulas para el cultivo de tilapia en aguas federales y el 90% cuenta con el Registro Nacional de Pesca (RNP), un registro de la unidad de producción acuícola ante CONAPESCA que permite llevar un control acerca de la producción obtenida (siembra y cosecha).

Características de las jaulas

Las principales características relacionadas con las jaulas flotantes se pueden apreciar en la tabla 3. En ella se muestra en primer lugar que el 97% de los acuicultores entrevistados comentaron utilizar únicamente jaulas flotantes rectangulares y el 3% utiliza rectangulares y circulares (Figura 1) con variaciones en medidas, volumen y costos, dependiendo si se utilizan para crías o para engorda. Con intervalo de 1 a 12 y promedio de 3 ± 3 jaulas, el 63% de los productores reportó que, al iniciar en la actividad acuícola, contaba con 1 a 3 jaulas para crías, el 27% de 4 a 7 y el 10% inició con 8 o más de 10 jaulas. Debido al pequeño tamaño de la cría de tilapia y su alta capacidad para soportar el hacinamiento, les fue posible sembrar altas densidades con pocas jaulas.

Con base en los años practicando la acuicultura, actualmente el número de jaulas para crías ha ido en aumento, con promedio de 6 ± 7 y rango de 1 a 34, el 70% de los acuicultores ya cuenta con 3 a 5 jaulas, el 19% de 6 a 10 y, el 11% de 11 hasta más de 20 jaulas para crías.



Figura 1. Diseño de jaulas flotantes ubicadas en la presa Miguel de la Madrid Hurtado.

Respecto al volumen en las jaulas de crías, el 50% de los productores utilizan medidas de ancho, largo y profundidad de 4x4x3 metros, el 22% de 3x3x2, el 20% utiliza de 4x4x2 y el 8% utiliza jaulas de 3x3x3. Estas medidas les han traído éxito a los acuicultores de esta zona: jaulas pequeñas con poca profundidad - recuperación de inversión rápida. En estas jaulas, el 100% de los productores utiliza malla tipo mosquitero, ya que esta evita el escape de las crías, reduce el crecimiento de hongos y permiten un buen recambio de agua, siempre y cuando no se permita el crecimiento desmedido de materia orgánica que bloquee la luz de malla.

En lo que respecta a las jaulas para engorda, con intervalo de 2 a 70 y promedio de 12 ± 13 , el 29% de los productores inició con 3 a 5 jaulas, el 33% de 6 a 10 jaulas y el 23% restante con 11 a 20 jaulas. Actualmente con rango de 1 a 100 y promedio de 22 ± 21 jaulas de engorda por ciclo de cosecha, el 66% de los productores trabaja con menos de 25 jaulas, el 20% trabaja de 25 a 50 y el 14% restante trabaja de 51 a 100. Referente a las medidas en las jaulas de engorda, el 53% de los productores utiliza medidas de 4x4x3 metros, el 17% utiliza de 3x3x2, el 15% de 4x4x2, el 7% de 4x4x4 y el 3% de 4x4x5. Para aguas tan cálidas (28.9 ± 0.9 °C) como sucede en los embalses de la región del Papaloapan, 6 m de profundidad es recomendable en las jaulas, pues estarían por debajo de la termoclina y permitirían que los peces bajaran cuando la temperatura del agua superficial rebasa los 34 °C, ya que un aumento en la temperatura provoca la reducción en los niveles de O₂, lo cual incrementa la propensión a enfermedades [25].

Tabla 3. Características de las jaulas de producción acuícola en la región del Papaloapan, Oaxaca, México.

Variable	Escala	%	Escala	%	Acumulado
1. Tipos de jaulas	Rectangulares	97	Rectangulares y circulares	3	100%
2. Jaulas para cría con las que inició la actividad	1-3	63	4-7	27	90%
3. Jaulas para cría al momento de la entrevista	3-5	70	6-10	19	89%
4. Medidas de las jaulas de cría	4X4X3 m ³	50	3X3X2 m ³	22	72%
5. Tipo de malla utilizada para jaulas de cría	Mosquitero	100	Otra	0	100%
6. Jaulas de engorda con las que inició la actividad	6-10	33	3-5	29	62%
7. Jaulas para engorda al momento de la entrevista	Menos de 25	66	25-50	20	86%
8. Medidas de las jaulas de engorda	4X4X3	53	3X3X2	17	70%
9. Tipo de malla utilizada en las jaulas de engorda	Extruida 1 pulgada luz	78	½ pulgada	20	98%
10. Costos de jaulas para crías (\$)	1000-5000	77	6000-10000	19	95%
11. Costos de jaulas para engorda (\$)	2000-10000	79	11000-20000	19	98%
12. Vida útil de las jaulas	1-5 años	64	6-10 años	36	100%
13. Periodo de tiempo para mantenimiento de jaulas	Cada mes	39%	Al final de la cosecha	36	75%

El tipo de malla utilizada en las jaulas de engorda son las mallas extruidas, utilizando el 78% de los productores de una pulgada de luz de malla, el 20% utiliza de media pulgada y el resto utiliza de dos pulgadas. Este tipo de malla tiene la característica de resistir los efectos del agua, reduce el crecimiento bacteriano y micótico, y evita el biofouling al permitir un gran paso de agua y oxígeno. El costo de las jaulas de cultivo varía según el material, mano de obra empleada para su construcción y, si será para cría o engorda, pues para este último se requieren jaulas de mayor tamaño, base de metal más grueso, flotadores de mayor tamaño, etc. Con intervalo en precio de 1000 a 20000 y promedio de 4300±3400 pesos, los costos para las jaulas de cría fueron de 1000 a 5000 para el 48% de los productores, de 6000 a 10000 para el 19% y de 11000 a 20000 para el 5% de ellos. Respecto al costo de las jaulas de engorda, la media fue de 7000±5000 pesos con rango de 2000 a 30000 pesos. El costo para el 56% de los productores es de 2000 a 5000 pesos, de 6000 a 10000 para el 23%, el 16% reportó gastarse de 11000 a 15000 pesos, de 16,000 a 20000 el 3% y solo el 2% reportó un gasto de 30000 pesos.

El 64% de los productores reportó que la vida útil de sus jaulas oscila entre 1 a 5 años y el 36% comentó un tiempo de 6 a 10 años. Haciendo énfasis en que las mallas de mosquitero duran menos que las extruidas, que la durabilidad de las jaulas depende básicamente de la periodicidad del mantenimiento y el número de cosechas por año.

El 39% de los productores realiza el mantenimiento de las jaulas cada mes, el 36% lo realiza al final de la cosecha, un 17% lo hace más de 3 veces por mes y el 3% lo hace cada tres meses. El mantenimiento se refiere al lavado y remiendo de las mallas, el secado al sol y la desinfección.

Aspectos de la producción

La cantidad de crías o alevines sembradas por ciclo, la densidad de cultivo y producción, así como los gastos generales por ciclo, resultan variables entre los productores (Tabla 4).

En lo que se refiere a la siembra de crías por ciclo, con intervalo de 1000 a 50000 y media de 9100±8600, el 53%

de los acuicultores reportó una siembra de 1,000 a 5,000, el 26% entre 6,000 a 10,000, el 10% siembra más de 11,000 y hasta 15,000 y, el 11% mencionó sembrar más de 20,000 a 100,000. De la cantidad sembrada por ciclo, el 22% de los productores coloca de 100 a 1000 crías por jaula, el 34% de 1000 a 3000, el 38% de 3,000 a 5,000 y el 5% 10,000. Siendo la media de 3300±2600 crías sembradas por jaula.

En cuanto a la cantidad de peces de engorda o juveniles colocados por jaula, media de 500±165 y rango de 250 a 1100, fue mucho menor en comparación a las de cría, ya que, en esta etapa de crecimiento, la densidad de cultivo se vuelve uno de los parámetros más importantes para el buen desarrollo de la tilapia. Un 64% de los productores encuestados reportó sembrar de 250 a 500 juveniles por jaula, mientras que el 36% restante reportó sembrar de 600 a 1000 por cada jaula. Aunque estas cifras indican que la mayoría de los productores encuestados son productores pequeños, realmente su escala de producción se relaciona principalmente con el número de ciclos de producción que realiza por año, siendo la media de 2±2 y rango de 1 a 12, el 86% de los acuicultores reportó realizar dos ciclos, el 12% realizan 3 o más ciclos y el 2% realiza solo un ciclo por año.

Referente a los proveedores (granjas o laboratorios de reproducción) de crías, el 49% de los productores reportó como proveedor a Tecnopez, el 26% Aquamol. Un 11% lo realiza en el centro de reproducción de Temascal, Oax., y el resto de los productores lo hace en varios laboratorios como genetilapia (4%) y C.C.P.A. (3%).

En cuanto a la cantidad de producción por ciclo (intervalo de 0.18 a 30 toneladas/ciclo, media de 5.80+7.0), el 63% de los acuicultores reportó obtener hasta 3 toneladas por cada ciclo de cosecha, el 25% de 3 a 6, el 4% de 7 a 10 toneladas, un 5% más de 10 y hasta 15 toneladas. Sólo un 3% de los productores mencionó obtener más de 15 toneladas de tilapia por ciclo de cosecha. Lo anterior nos indica que sólo un pequeño porcentaje de los acuicultores posee la capacidad para ser considerados acuicultores de mediana producción.

Tabla 4. Características generales de producción acuícola en la región Papaloapan, Oaxaca, México.

Variable	Escala	%	Escala	%	Acumulado
1. Cantidad de alevines sembrados por ciclo	1000-5000	53	6000-10000	26	79%
2. Cantidad de crías por jaula	3000-5000	38	1000-3000	34	72%
3. Cantidad de peces de engorda o juveniles por jaula	250-500	64	600-1000	36	100%
4. Número de ciclos de producción por año	2	86	3 o más	12	98%
5. Proveedor de cría	Tecnopez	49	Aquamol	26	75%
6. Volumen de producción obtenido por ciclo (Toneladas	Menos 3	63	3-6	25	88%
7. Peso promedio de peces cosechados (g)	500	73	600	10	83%
8. Gastos totales	20000-50000	52	60000-100000	25	77%
9. Porcentaje de gasto total que representa el alimento	61-70	26	71-80	26	52%
10. Gastos de alimentación por ciclo	15000-50000	61	60000-100000	24	85%
11. Aumento de los costos en los últimos años	Si	93	No	7	100%
12. Motivo de aumento de costos	Precio del alimento	56	Impuestos	28	84%
13. Porcentaje de incremento de costos	5	57	10	25	82%

En cuanto al peso promedio de los peces al término del ciclo de cosecha (5-6 meses), el 73% de los acuicultores encuestados reportó un peso promedio de 500 g, mientras que un 10% reportó un peso promedio aproximado de 600 g. Un 8% reportó pesos de 450 g o menores. Un 6% mencionó obtener tilapias con pesos promedio superior a 700 g y un 3% con pesos arriba de los 800 g.

Respecto a los gastos totales por ciclo de cosecha fue variable entre productores (18000 a 560000 pesos, media de 84800 ± 95000), reportando el 52% de ellos un gasto de 20,000 a 50,000 pesos, el 25% reportó gastos de 60,000 a 100,000 pesos, el 16% afirmó gastar de 100,000 a 200,000 mil pesos y el 7% más de 210,000 pesos. Los gastos incluyen gasolina, crías, alimento, mano de obra en la construcción de jaulas, mantenimiento de las jaulas y operaciones básicas de la actividad.

El porcentaje que representa el alimento del gasto total por ciclo de cosecha presentó también una amplia variación entre acuicultores. El 26% de los entrevistados reportó un porcentaje del 61 al 70%. Otro 26% reportó porcentajes entre el 71 y 80%. Un 8% reportó costos bajos en alimentación con un porcentaje de 50 a 60%. Por último, un 17% mencionó que sus gastos por alimentación en jaulas son superiores a un 81%, mientras que el 23% restante reportó que el alimento representa más del 90% de sus gastos por ciclo. De acuerdo con estos porcentajes, el 61% de los acuicultores reportó gastar entre 15,000 a 50,000 pesos por ciclo en alimento, el 24% reportó de 60,000 a 100,000 pesos, el 6% gasta de 100,000 a 200,000 y el 10% gasta más de 200,000 pesos por ciclo. Estos resultados pueden ser debido a que el cultivo en jaulas es poco costoso desde el punto de vista del gasto de energía eléctrica y combustible. Sin embargo, es probable que estos datos indiquen un mal manejo del alimento, ya que los estándares internacionales, establecen que el alimento debe representar como máximo un 70% del costo total realizado por ciclo de cosecha. Es importante realizar acompañamiento técnico e identificar los factores que están provocando que el alimento represente un porcentaje tan elevado del costo total por ciclo.

El 93% de los productores considera que los costos de producción han aumentado en los últimos años, de los cuales el 56% opina o lo atribuye al incremento de precios en el alimento. Un 28% lo atribuye al aumento de los impuestos, mientras que un 9% opina que el aumento de la gasolina es el principal responsable del aumento. En lo que se refiere a cuanto han aumentado los costos, un 57% calcula que ha sido alrededor de un 5%, mientras que un 25% opina que han aumentado un 10%. Sólo un 18% opina que el costo de producir tilapia ha aumentado más de 15%.

Comercialización y consumo

Una vez terminado el ciclo de producción, el 82% de los acuicultores entrevistados reportó vender su tilapia por tallas (Chica: 250 ± 6.0 g; Mediana: 350 ± 8.0 g; Grande: 560 ± 33.6 g), mientras que el 18% restante sólo la vende por kilo, sin separar por tallas. Es importante comentar que la venta por tallas garantiza una mayor recuperación económica. El 55% de los productores comentó utilizar las tres tallas, el 36% utiliza únicamente las tallas grande y mediana y, el 9% utiliza las tallas mediana y chica para la venta (Tabla 5).

En cuanto al precio de venta por kilogramo de tilapia, los acuicultores manejan diferentes precios con base en la talla comercial. Para la talla chica el 47% de los productores encuestados reportó venderla de 45 a 50 pesos, otro 47% la vende de 51 a 55 pesos y, el 6% restante la vende de 56 a 60 pesos por kilo. Para la talla mediana, el 11% la vende de 45 a 50 pesos por kilo, el 9% la vende de 51 a 55 pesos, el 74% la vende de 56 a 60 pesos y, el 6% la vende de 61 a 65 pesos por kilo. Para la talla grande, un 61% de los acuicultores vende el kilogramo en 55 a 60 pesos y el 39% restante la vende de 65 a 70 pesos. Esta variación de precios obedece, desafortunadamente, a que únicamente el 54% de los acuicultores entrevistados reportó tener un comprador definitivo para su cosecha, mientras que el 46% restante no cuenta con uno y vende su producto por oportunidad o mejor postor. La venta por oportunidad ha ocasionado competencia desleal entre productores.

Tabla 5. Características comerciales de la tilapia del Nilo cultivada en la región del Papaloapan, Oaxaca, México.

Variable	Escala	%	Escala	%	Acumulado
1. Modalidad para venta de la tilapia	Talla	82	Kilo	18	100%
2. Tallas utilizadas para comercialización	Chica, mediana y grande	55	Grande y mediana	36	91%
3. Precio de venta por kilogramo talla chica (\$)	45-50	47	51-55	47	94%
4. Precio de venta por kilogramo talla mediana (\$)	56-60	74	51-55	9	83%
5. Precio de venta por kilogramo talla grande (\$)	55-60	61	65-70	39	100%
6. Tipo de comprador	Definitivo	54	No tiene	46	100%
7. Realización de estudio de mercado	Si	0	No	100	100%
8. Presentación de venta de la tilapia	Entera	81	Eviscerada	17	98%
9. Frecuencia de venta	Semanalmente	37	Diariamente	30	67%
10. Talla más vendida	Mediana	49	Grande y mediana	27	76%
11. Porcentaje de producción para autoconsumo	Menos del 5	87	5-10	12	99%
12. Frecuencia de autoconsumo	Cada semana	80	Quincenalmente	11	91%

Aunque una diversificación de compradores puede ser benéfico, el tener un comprador definitivo puede ayudar a obtener mejores precios por kilo de producto y asegurar la cosecha, así como planificar a futuro los volúmenes a producir. Es importante comentar que uno de los aspectos básicos para la comercialización de la cosecha sería un estudio de mercado, el cual hasta la fecha no se ha realizado por el 100% de los acuicultores entrevistados, evitando con esto la identificación de los gustos y preferencias de los compradores [26].

Los acuicultores entrevistados venden la tilapia únicamente en tres presentaciones, el 81% de ellos la vende entera, el 17% eviscerada y, el 2% reportó venderla entera eviscerada o entera viva. El 37% de los acuicultores vende la tilapia semanalmente, el 30% lo hace diariamente, el 2% quincenalmente, el 1% cada mes y, el 30% restante venden cada cinco o seis meses. Esta variación en los periodos de venta es el resultado de no tener compradores definitivos y aunque son benéficos a corto plazo, a largo plazo es importante contar con compradores definitivos con periodos de venta bien establecidos.

La talla mediana es la más vendida o solicitada de acuerdo con lo mencionado por el 49% de los productores, para el 22% de los acuicultores es la talla grande, el 27% reportó que las tallas grande y mediana son las vendidas y, solo el 2% comentó que la talla que más venden es la chica.

Es importante recalcar que no toda la producción obtenida por ciclo es comercializada, el 87% de los productores reportó que menos del 5% de la cosecha se dedica al autoconsumo, un 12% mencionó que dedican del 5 al 10% del total de peces cultivados al autoconsumo. Sólo el 4% reportó dedicar a la alimentación de la familia porcentajes superiores al 10% del total de la cosecha. De acuerdo con los ciclos de cosecha que tiene cada productor por año, el autoconsumo de tilapia se realiza por el 80% cada semana, el 11% reportó consumirla quincenalmente y un 9% comentó que la come mensualmente. Las presentaciones más comunes de autoconsumo de tilapia son: frita, en caldo, pilte, asada, empapelada y en filete.

Características generales de la actividad acuícola

De acuerdo con los productores, la alimentación es una de las operaciones más importantes durante la producción acuícola, por ese motivo, el 96% de ellos reportó seguir los protocolos de alimentación establecidos para el cultivo de tilapia [27], utilizando diferentes tamaños de partícula y diferentes porcentajes de proteína, de acuerdo con la edad o talla.

Referente al número de raciones por día durante el periodo de cría, el 46% de los productores encuestados reportó alimentar 5 veces al día, seguido de un 32% con 4 veces al día, un 14% mencionó hacerlo 2 o 3 veces por día y sólo un 8% de los productores reportó alimentar más de 5 veces al día, utilizando para esta tarea botes de remo por el 92% de los productores y botes de motor por el 8% de ellos, como se observa en la tabla 6.

En cuanto a la cantidad de gramos por ración, un 60% de los productores ofrece de 100 a 300 g, un 33% de 400 a 600 g y finalmente un 7% ofrece de 700 g a más de un kilogramo en cada ración. Esta variación refiere la diferencia en las densidades de siembra de crías por jaula. Para las raciones de alimentación por día en el caso de las jaulas de engorda, el 71% de los productores encuestados reportó alimentar 3 veces al día, el 16% 4 veces, el 2% 5 veces y, el 11% alimenta únicamente dos o bien una vez al día. Aunque en esta etapa se reduce el número de raciones al día, el número de raciones para un crecimiento óptimo es de 3. En cuanto al peso de cada ración, un 41% reportó proporcionar de 400 a 600 g, un 32% mencionó ofrecer de 100 a 300 g. El 27% comentó brindar de 700 g a más de un kilogramo por ración. La técnica de alimentación utilizada por la mayoría de los acuicultores (54%) es la de colocar el alimento en el centro de la jaula, el 24% de ellos lo hace esparciendo el alimento por toda la jaula, el 20% lo hace por boleo y, el 2% lo hace combinando las técnicas anteriores.

Respecto al porcentaje de peces muertos por ciclo de cosecha, el 54% reportó que la mortalidad es menor al 5% del total de los peces sembrados originalmente. Un 37% reportó una mortalidad mayor al 5%, mientras que sólo el 6% reportó una mortalidad superior al 10%.

Tabla 6. Características generales de la actividad acuícola en la región del Papaloapan, Oaxaca, México.

Variable	Escala	%	Escala	%	Acumulado
1. Siguen protocolos de alimentación	Si	96	No	4	100%
2. Raciones de alimento por día en jaula de cría	5	46	4	32	78%
3. Cantidad por ración en jaulas de cría (g)	100-300	60	400-600	33	93%
4. Raciones de alimento por día en jaula de engorda	3	71	4	16	87%
5. Cantidad por ración en jaulas de engorda (g)	400-600	41	100-300	32	73%
6. Técnica de alimentación utilizada	Centro de la jaula	54	Esparcir en toda la jaula	24	78%
7. Tipo de bote utilizado para alimentar	Remo	92	Motor	8	100%
8. Porcentaje de peces muertos por ciclo	Menor de 5	54	5-10	37	91%
9. Talla más susceptible de muerte	Chica	58	Mediana	35	93%
10. Tipo de flujo del agua a través de las jaulas	Lento	60	Moderado	34	94%
11. Aplicación de medidas profilácticas	Si	95	No	5	100%
12. Productos aplicados como medida profiláctica	Sal	49	Ajo	40	89%
13. Realización de biometrías	Si	64	No	36	100%
14. Peces utilizados por jaula para biometrías	1-10	76	30	9	85%
15. Periodo de tiempo para realizar biometrías	Mensual	74	Semanal	15	89%
16. Protección de las jaulas contra depredadores	Pájaros	71	Perros de agua	9	80%

Por último, un 2% de los productores encuestados reportó mortalidades superiores al 15% del total de crías sembradas. Un cultivo en jaulas exitoso no debe arrojar una mortalidad superior al 5% al final del ciclo. La talla chica fue la más susceptible de muerte en el cultivo según lo reportado por el 58% de los productores, el 35% comentó que la talla mediana, el 6% se refirió a la talla grande como la más susceptible y solo un 1% comentó que las tres tallas en igual porcentaje.

Es posible que esta mortalidad sea causada por las altas temperaturas alcanzadas en la presa o bien por ineficientes técnicas de crianza. En el caso de los productores con mortalidades mayores al 5%, será importante evaluar varios aspectos que pueden repercutir en la mortalidad final, como la densidad de cultivo, la temperatura y oxígeno del agua [28]. De acuerdo con esto, se les preguntó a los productores cómo consideraban el flujo de agua a través de las jaulas. El 60% reportó un flujo lento y el 34% mencionó que el flujo era moderado. Sólo el 6% reportó que el flujo alrededor de sus jaulas era rápido. Un flujo lento trae consigo un menor recambio de agua dentro de las jaulas y en días muy calurosos puede contribuir al descenso de los niveles de oxígeno, así como al incremento de la mortalidad.

Por último, para contrarrestar la aparición de enfermedades, el 95% de los productores encuestados reportó aplicar diferentes sustancias como medida profiláctica como la sal utilizada por el 49% de los productores, el ajo (40%) y la oxitetraciclina (8%). Estas sustancias, aunque de diferente naturaleza química, son excelentes para eliminar la aparición de infecciones micóticas, bacterianos o bien eliminar parásitos del cuerpo del pez [29,30,31].

Una de las condiciones importantes a tomar en cuenta durante el cultivo en jaulas, es el monitoreo constante de la ganancia de peso en los ejemplares o la biometría que además del peso, permita identificar cualquier anomalía de estos durante el crecimiento. Es importante comentar que a pesar del crecimiento en el número de acuicultores cada año y que la mayoría de ellos han recibido apoyos gubernamentales para iniciar sus actividades, únicamente

el 64% reportó realizar periódicamente biometrías en los peces bajo cultivo.

Dichas mediciones la realizan utilizando de 1 a 10 peces por jaula (76%), el 9% reportó utilizar cerca de 30 peces, el 6% utiliza de 11 a 20 peces y el 9% de los acuicultores hace las mediciones con más de 100 peces.

Del porcentaje de productores que realizan biometría en los ejemplares de tilapia, el 74% lo realiza mensualmente, el 15% cada semana, el 5% cada 15 días y el 6% una vez por ciclo. Una medición mensual es correcta para poder evaluar el desempeño de la tilapia, en especial durante el periodo de engorda. Cada semana es demasiado pronto para identificar cualquier ventaja.

Otra característica por cuidar sobre todo cuando el cultivo se realiza en jaulas flotantes es la protección contra depredadores, dentro de las cuales el 71% de los productores reportó aplicar medidas de protección anti pájaro (garzas, patos, urracas, etc.), el 9% reportó cuenta con protección contra perros de agua, mientras que el 4% final lo hace contra tortugas.

CONCLUSIONES

El hecho de que el 90% de los productores entrevistados manifestaran haber incrementado al doble el número de jaulas después de los 5 años de dedicarse al cultivo, demuestra que la producción acuícola de tilapia es una actividad productiva que pueda contribuir a lograr diversos objetivos socioeconómicos de interés nacional como el aumento de la oferta de alimentos altamente nutritivos como la tilapia, además de mejorar los ingresos de los acuicultores del estado de Oaxaca y el nivel de vida de sus familias. No obstante, uno de los retos a los que se enfrentarán en el mediano y largo plazo, son los cambios en los patrones de lluvias en cuanto a cantidad e intensidad, lo que podría poner en riesgo la actividad debido al bajo nivel de agua de las presas donde llevan a cabo la producción de tilapia.

Considerando lo mencionado, los encargados de formular políticas, directores y científicos deberán considerar las características particulares tanto personales, de las jaulas, de producción, comercialización y consumo, entre otras

propias de la actividad, a fin de potenciar la producción acuícola de tilapia para mejorar la productividad y contribuir al desarrollo sustentable de las comunidades. A pesar de que los productores han desarrollado la actividad de manera empírica y han logrado obtener resultados positivos, aún existen algunas deficiencias, como la consolidación a corto plazo de los compradores, con la finalidad de planear adecuadamente los volúmenes de siembra y producción. Por otra parte, aunque la tilapia cuenta con un mercado en franco crecimiento, es necesario establecer canales de comercialización claros que permitan el desarrollo de la actividad. Es necesario asegurar la calidad sanitaria de la cosecha mediante la uniformidad en el uso de medidas profilácticas entre las crías recién sembradas, así como en las jaulas de engorda con elevadas densidades, especialmente durante la época de secas, en las cuales las temperaturas se elevan y el oxígeno disuelto baja durante el día. Así también, el aumento en la profundidad dos metros extra de las jaulas de engorda, principalmente en el caso de los productores que reportan producir más de 10 toneladas por ciclo, puede ayudar a reducir la mortalidad asociada a las elevadas temperaturas que acarrearán bajos niveles de oxígeno y posibles brotes de infecciones. El autoconsumo fue menor al 5% en el 90% de los encuestados lo cual indica que la situación económica de las familias involucradas es buena y permite el desarrollo del cultivo con el objetivo principal de comercializarlo. La producción obtenida, no cuenta con un canal de comercialización definido, únicamente destinan sus productos a un mercado local, lo cual favorece el intermediarismo y reduce los rendimientos significativamente. Lo anterior debido, a que no practican estrategias de comercialización directa y desconocen los factores de planeación de mercados son importantes para lograr una venta eficiente producto. La implementación de bitácoras de control permitirá llevar registros precisos del desarrollo del cultivo, con ello se podrán reducir y se llevarán eficientemente la práctica acuícola.

AGRADECIMIENTOS

Al Comité Estatal de Sistema Producto Tilapia de Oaxaca, A.C., por la disposición y todas las facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. Recuperado de: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/c18a21a3-e3a3-495b-9c68-4ef25dd430a0/>

[2] FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Recuperado de: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461es>

[3] FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.

[4] Pérez Núñez, S.M., Mungaray Moctezuma, A.B., & López Leyva, S. (2018). Explorando un marco de referencia para la caracterización de bioempresas del sector acuícola en Baja California. Entre ciencias: Diálogos en la sociedad del conocimiento, 6(18), 37-53. <http://dx.doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.18.64.010>

[5] Moreno, C.O.S., Moreno, L.R.M., & Torres, V.G.L. (2022). La acuicultura como estrategia de desarrollo económico y empresarial en México. Acuicultura en Baja California: Redes, Actores y Empresas, 259.

[6] CONAPESCA. (2021). Anuario estadístico de acuicultura y pesca. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>

[7] Cuéllar-Lugo, Martha B., Asiain-Hoyos, Alberto, Juárez-Sánchez, José P., Reta-Mendiola, Juan L., & Gallardo-López, Felipe. (2018). Evolución normativa e institucional de la acuicultura en México. Agricultura, sociedad y desarrollo, 15(4), 541-564. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000400541&lng=es&tlng=es.

[8] Leos-Rodríguez, J, Serrano-Páez, A., Salas-González, J.M., Ramírez-Moreno, P.P., & Sagarnaga-Villegas, M. (2008). Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 5(2), 213-230. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200005&lng=es&tlng=es.

[9] Borja, B.M., Vélez, I.A., & Ramos, G.L.L. (2018). Tipología y diferenciación de productores de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Calvillo, Aguascalientes, México. Región y Sociedad, 30(71), 1-22. <https://doi.org/10.22198/rys.2018.71.a402>

[10] García-Medel, D.I. (2022). Seguridad alimentaria: retos y desafíos de la acuicultura en México. Journal of Behavior and Feeding, 2(2), 10-19. DOI: <https://doi.org/10.32870/jbf.v2i2.31>

[11] Hernández, G.O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Carta al editor. Revista Cubana de Medicina General Integral, 37(3), 1-3. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&tlng=es

[12] CONEVAL-Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). <https://coneval.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6699dd1087e94d65ab1d922e58764015>

[13] Guevara, A.G.P., Verdesoto, A.A.E., & Castro, M.N.E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). RECIMUNDO, 4 (3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

[14] SAGARPA-FAO. (2014). Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México. Ciudad

de México, México. 67 p.
<https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf>

[15] Juárez-Morales, M., Arriaga-Jordán, C.M., Sánchez-Vera, E., García-Villegas, J.D., Rayas-Amor, A.A., Rehman, T., Dorward, P., & Martínez-García, C.G. (2017). Factores que influyen en el uso de praderas cultivadas para producción de leche en pequeña escala en el altiplano central mexicano. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(3), 317-324. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4509>

[16] Pérez Meda, E.D., & Larios-González, R.C. (2018). Adopción de tecnologías y prácticas agropecuarias en sistemas de producción en Jinotega, Nicaragua. *La Calera*, 18 (30), 48-55. <https://doi.org/10.5377/calera.v18i30.7739>

[17] López-Fuentes, J.M., Ortiz-Torres, E., Carranza-Cerda, I., Argumedo-Macías, A. y Rueda-Luna, R. (2017). Adopción de la lombricultura en mujeres indígenas de la Mixteca Alta, Oaxaqueña, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(2), 283-301. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000200283&lng=es&tlng=es.

[18] Terrones-Monsalve, J. W. & Ortíz-Oblitas, O. E. (2018). Adopción de riego presurizado en sistemas basados en papa (*Solanum tuberosum* L.) en los Andes de Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 22(2), 39-54. DOI <https://doi.org/10.37066/ralap.v22i2.303>

[19] Martínez, R. Antonio, M., & Gómez, J.D. (2012). Elección de los agricultores en la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el valle cálido del Alto Magdalena. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(1), 62-70. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4499450320_08

[20] Quijano, M. A. F., & Correa, E. P. (2012). Mujeres rurales y nueva ruralidad en Colombia. *Revista NERA*, 9, 74-88. <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i9.1433>

[21] Ubaldo, E.T., & Trujillo, S.D.B. (2019). Transformación de la nueva ruralidad, una mirada a través de las mujeres nayaritas. *Entramado social y estructuras del mercado laboral nayarita.*, 27-41.

[22] Solano, N., Lopez-Ercilla, I., Fernandez-Rivera Melo, F.J., & Torre, J. (2021). Revelando el papel de la mujer y su inclusión en la Pesca en Pequeña Escala (PPE) mexicana. *Frontiers in Marine Science*, 7(1201), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.617965>

[23] Arellanes-Cancino, Y., Ayala-Ortiz, D.A., & Medina-Nava, M. (2022). Panorama reciente de la pesca artesanal con perspectiva de género en tres lagos de Michoacán. *Ciencia Pesquera*, 30(1-2), 217-236.

[24]. Antonio, E.C.; García, M.I.A.; Pérez, S.A.D. & Sánchez, M.M.A. (2022). Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica para la tilapia del Nilo

(*Oreochromis niloticus*) en Oaxaca, México. *AvaCient*, 13(2): 49-60.

[25]. Trujillo, A. P., & Carranza, M. M. (2022). Sobre el cultivo de tilapia: relación entre enfermedades y calidad del agua. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 4(7), 34-49. <https://doi.org/10.38186/difcie.47.04>

[26]. Yachi, K. (2018). Oportunidades de desarrollo de productos - mercado en la pesca continental de la provincia de Piura. *Natura@economía*, 3(1), 1-13.

[27]. Burgos, C.B.A., Nieto, C.C.A., Bosquez, M.A.L., Vera, H.W.A. & Rodríguez, T.J.M. (2023). Caracterización de la frecuencia de alimentación en diferentes raciones en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*), con base en indicadores de crecimiento (longitud y peso). *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(2): 449-462. DOI: <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i2.611>

[28]. Perez, E. I., Isiordia-Cortez, A., Cuevas-Rodríguez, B., de Jesús Ruiz-Velazco, J. M., & Bautista-Covarrubias, J. C. (2021). Crecimiento y sobrevivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* cultivada en jaulas flotantes rectangulares. *Acta Pesquera*, 7(13). Recuperado <http://cimateuan.education/revistav2/index.php/AP/artic/e/view/90>

[29]. Prieto, A., Auró O.A., Fernández, A. y Pérez, M.B. (2005). El empleo de medicina natural en el control de enfermedades de organismos acuáticos y potencialidades de uso en Cuba y México. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8(1):38-49.

[30]. Plaul, S.E., Pérez, M.L., Sansñena, J.A., Marino, S.G.P., & Barbeito, C.G. (2022). Importancia de las micosis en acuicultura ¿Es la fitoterapia una alternativa superadora para su tratamiento con respecto a los tratamientos convencionales?. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(1), 1-22. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i1.20338>

[31]. Núñez-Torres, O.P., Paredes-Sandoval, J.C., Artieda-Rojas, J.R., & Muñoz-Espinoza, M.S. (2022). Aprovechamiento del extracto crudo de ajo (*Allium sativum*) como alternativa en la prevención de saprolegniosis en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 9(1), 3-14. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2022.090100003>

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización Planeación del proyecto Administración del proyecto Metodología Investigación Supervisión Análisis formal	M.C. Carolina Antonio Estrada (Principal)

Validación Escritura-Borrador original Escritura-Revisión y edición	
Supervisión Análisis formal Validación Escritura-Revisión y edición	Dr. César Julio Martínez Castro (Colaborador)
Administración del proyecto Investigación Supervisión Análisis formal Validación Escritura-Revisión y edición	Dr. Héctor Hugo Sánchez Hernández (Colaborador)
Supervisión Análisis formal Validación Escritura-Revisión y edición	Dr. Marco Antonio Sánchez Medina (Colaborador)
Supervisión Análisis formal Validación Escritura-Revisión y edición	Dr. Iván Antonio García Montalvo (Colaborador)



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.