

**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,  
Volumen 8, Número 6.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6)

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UN  
PROTOTIPO ACUAPÓNICO COMUNITARIO DE  
OREOCHROMIS NILOTICUS Y NASTURTIIUM  
OFFICINALE**

**ECONOMIC EVALUATION OF A COMMUNITY  
AQUAPONIC PROTOTYPE OF OREOCHROMIS NILOTICUS  
AND NASTURTIIUM OFFICINALE**

**Martha Elena Rodríguez Hernández**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla - México

**Gustavo Martínez Castellanos**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla - México

**Yodaira Borroto Pentón**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla - México

**María Cristina López Méndez**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla - México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1.15552](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15552)

## Evaluación económica de un prototipo acuapónico comunitario de *Oreochromis niloticus* y *Nasturtium officinale*

**Martha Elena Rodríguez Hernández**<sup>1</sup>[elenarodriguez9595@gmail.com](mailto:elenarodriguez9595@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0004-1155-724X>Tecnológico Nacional de México - Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla  
México**Gustavo Martínez Castellanos**[gmartinezc@itsm.edu.mx](mailto:gmartinezc@itsm.edu.mx)<https://orcid.org/0009-0004-6699-7365>Tecnológico Nacional de México - Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla  
México**Yodaira Borroto Pentón**[yborrotop@itsm.edu.mx](mailto:yborrotop@itsm.edu.mx)<https://orcid.org/0000-0001-9616-2503>Tecnológico Nacional de México - Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla  
México**María Cristina López Méndez**[mclopezm@itsm.edu.mx](mailto:mclopezm@itsm.edu.mx)<https://orcid.org/0000-0001-8998-3397>Tecnológico Nacional de México - Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla  
México

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad y rentabilidad de un sistema de producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y berro de agua (*Nasturtium officinale*), diseñado como un modelo de acuaponía comunitaria sostenible para entornos urbanos. Se llevó a cabo una evaluación del crecimiento de las especies durante un periodo de 6 meses, y se proyectó teóricamente la implementación de 20 sistemas como propuesta de acuaponía comunitaria. En el análisis económico, se determinaron indicadores clave como el flujo de caja, el flujo neto efectivo, el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Los resultados mostraron que el sistema construido genera ingresos anuales de \$6,564.00, con un VAN de \$13,230.58 y una TIR del 43%, con un PRI de 2.28 años. Al proyectar el sistema a 20 unidades, se obtuvo un VAN de \$150,572.20 y una TIR del 42%, con un PRI de 2.28 años. Aunque los resultados son prometedores, en términos de facilidad de instalación y manejo, se requiere la construcción real del sistema para validar su sostenibilidad. Este análisis destaca el potencial del sistema acuapónico comunitario como solución integral para los desafíos alimentarios en comunidades urbanas.

**Palabras clave:** rentabilidad, sostenibilidad, sistema productivo comunitario

---

<sup>1</sup>Autor principal.

Correspondencia: [gmartinezc@itsm.edu.mx](mailto:gmartinezc@itsm.edu.mx)

# Economic evaluation of a community aquaponic prototype of *Oreochromis niloticus* and *Nasturtium officinale*

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the feasibility and profitability of a production system involving *Oreochromis niloticus* and *Nasturtium officinale* designed as a sustainable community aquaponics model for urban environments. Fish and plant growth were monitored over a 6-month period, and a theoretical projection was made for 20 systems as a community aquaponics proposal. Economic indicators such as cash flow, net cash flow, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback Period (PP) were analyzed. Results showed the system generated annual revenue of \$6,564, with an NPV of \$13,230.58, an IRR of 43%, and a PP of 2.28 years. A projection for 20 units yielded an NPV of \$150,572.20, an IRR of 42%, and a PP of 2.28 years. While the results indicate promising, ease of installation and operation, real construction is needed to confirm sustainability. This analysis highlights the potential of community aquaponics systems as a comprehensive solution to urban food security challenges.

**Keywords:** profitability, sustainability, community production system

*Artículo recibido 13 octubre 2024*

*Aceptado para publicación: 19 noviembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad enfrenta graves problemas como la sobrepoblación, la limitación de recursos y la contaminación ambiental (Xiao y Wei, 2018). Alimentar a una población mundial en constante crecimiento es un desafío, datos de la Organización de las Naciones Unidas se espera que alcance los 8,500 millones de personas en 2030, lo que hace esencial incrementar el suministro de alimentos entre un 25% y un 70% a nivel global (Vazquez, 2022). La disponibilidad de alimentos es limitada, y producirlos con menos recursos se ha convertido en un desafío crucial (Rodde et al., 2020). Esta situación ha impulsado la búsqueda de nuevas prácticas aceptables desde una perspectiva económica, social y ambiental (Delaide et al., 2017). La acuicultura representa una oportunidad para ampliar la producción de alimentos saludables y de alta calidad nutricional, contribuyendo a la seguridad alimentaria (Pulkkinen et al., 2019; Stevens et al., 2018). Desde la década de 1960, este sector ha incorporado diversas tecnologías que han garantizado el acceso mundial a productos proteicos (Pulkkinen et al., 2018; Xiao y Wei, 2018; Stevens et al., 2018), consolidándose como una alternativa viable para mejorar los estándares nutricionales y generar ingresos para la población (Huong et al., 2018). No obstante, enfrenta desafíos significativos, como los altos costos de inversión y operación, el uso limitado de tecnologías para la reutilización del agua y las descargas de aguas residuales, lo que dificulta su adopción generalizada. En este contexto, la acuaponía urbana ha surgido como una solución prometedora para asegurar el suministro de alimentos (Mansaray, 2021; Schanbather et al., 2023; Blythe et al., 2017). Considerándose una tecnología prometedora para la adopción de sistemas comunitarios bajo esta tecnología (Almeida et al., 2021; Pradeepkiran, 2019; Xiao y Wei, 2018), contribuyendo a lograr la autosuficiencia en familias de bajos ingresos (UABCS, 2022).

Para lograr este objetivo, es destacar esencial el papel clave de ciertas especies acuícolas y vegetales, cuya incorporación no solo impulsa el desempeño del sistema, sino que también fortalece su viabilidad económica, haciendo de la acuaponía una opción sostenible y accesible para diversas comunidades (Badiola et al., 2018; Vargas et al., 2020). Sin embargo, la implementación de sistemas comunitarios trae consigo altos costos de inversión y mantenimiento limitan su adopción en países en desarrollo (Ahmed y Turchin, 2021; Xiao Y Wei, 2018; Zimmermann et al., 2022). Por tanto, para abordar estos problemas, es imprescindible el apoyo del gobierno, la participación gubernamental desempeña un



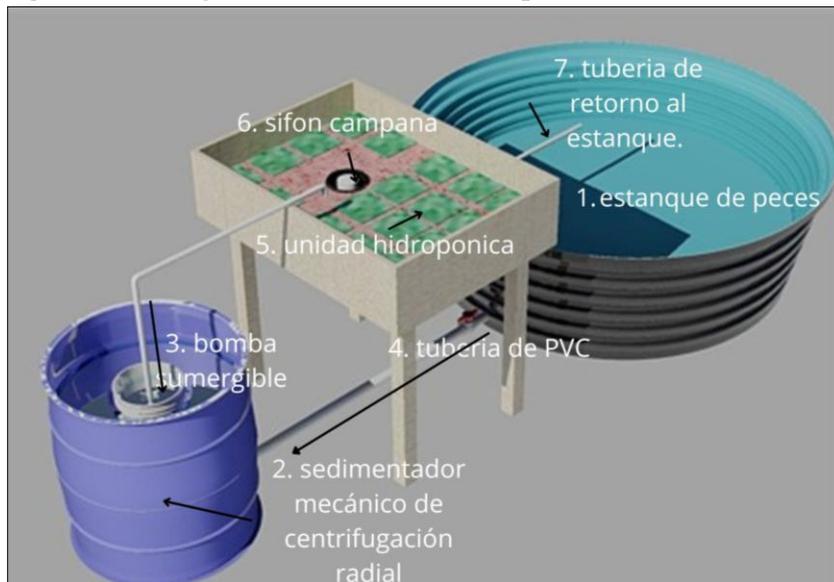
papel crucial al proporcionar espacios comunitarios, subsidiar los costos de electricidad y apoyar la adquisición de alimentos, elementos fundamentales para el establecimiento de sistemas sostenibles de producción de alimentos (Papanek et al., 2023). Además, este respaldo puede incentivar la adopción de tecnologías innovadoras. En este contexto, el Diario Oficial de la Federación, dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, establece que una de las prioridades del Gobierno de México es “atender a los sectores más vulnerables de la población, destinando fondos para el financiamiento de obras”, acciones sociales básicas e inversiones que benefician directamente a la población” (DOF, 2019). La implementación de políticas públicas enfocadas en la sostenibilidad y la colaboración con actores locales podría garantizar el éxito de estas iniciativas Vargas et al. (2020).

Este estudio analiza el desarrollo y viabilidad financiera de sistemas acuapónicos sostenibles, destacando la integración de la tilapia y el berro de agua como elementos clave. Al combinar estas especies, se identifican beneficios significativos tanto en términos nutricionales como económicos, especialmente para comunidades de recursos limitados. Este enfoque diversifica la producción de alimentos, fomenta la autosuficiencia alimentaria y contribuye al fortalecimiento económico de las comunidades, alineándose con la hipótesis planteada sobre la integración de estas especies en sistemas acuapónicos. El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad y rentabilidad de un sistema de producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y berro de agua (*Nasturtium officinale*), un sistema acuapónico desarrollado inicialmente, que posteriormente se proyectó a 20 unidades adicionales como un modelo productivo sostenible para entornos urbanos.

## **METODOLOGÍA**

El sistema acuapónico se evaluó en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, en Veracruz, México, una región de clima cálido-húmedo con temperaturas promedio de 22.7 °C, que varían según la época del año. El estudio se llevó a cabo en un área de 56 m<sup>2</sup> (8 x 7 m) utilizando una estructura metálica tipo invernadero cubierta con malla sombra (90 %). Se diseñó para facilitar su manejo y operación con el fin de cultivar Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y berro de agua (*Nasturtium officinale*), con miras a proyectar el sistema en 20 unidades similares como modelo de acuaponía comunitaria en entornos urbanos. Configuración del Sistema Acuapónico.

**Figura 1.** Configuración del sistema acuapónico



Nota: Elaboración propia

### Componentes del sistema acuapónico

El sistema acuapónico en este estudio estuvo conformado por tres secciones principales:

- Estanque de cultivo de peces: Este componente constaba de un contenedor circular de 1,700 L, con un diámetro superior de 2.13 m, diámetro inferior de 1.78 m, y altura de 0.75 m. En este estanque se cultivó Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Para promover la recirculación y movimiento del agua, se instalaron dos cabezales de poder (Lomas Aqua Flow 20F, 750 L/h) en extremos opuestos del estanque, generando una circulación constante.
- Sedimentador mecánico de centrifugación radial: Diseñado para reducir la carga de partículas gruesas y sólidos sedimentables, este compartimento consistía en un tambor de polietileno con una capacidad de 200 L (diámetro interno: 0.60 m; altura: 0.90 m). Dentro del sedimentador se dispuso una división de 20 L que alojaba una bomba sumergible (Aquasub 4211, 800L/h y 13 W) encargada de impulsar el agua hacia la unidad hidropónica.
- Cama de inundación para hidroponía: La sección hidropónica, sembrada con berro de agua (*Nasturtium officinale*), se construyó en forma de prisma rectangular con dimensiones de 1.34 m × 0.90 m × 0.30 m de altura, utilizando una estructura de madera. La cama se llena de grava volcánica roja hasta una altura de 20 cm, sirviendo de sustrato para las plantas. Un sifón campana instalado en la unidad permitía el vaciado automático al alcanzar una altura de 17 cm, con ciclos de vaciado

de aproximadamente 7 minutos, lo que retornaba el agua al tanque de peces y completaba el proceso de recirculación del sistema.

### **Análisis de factibilidad económica**

Se realizó un análisis de factibilidad para evaluar la viabilidad de la iniciativa, que posteriormente se desarrolló como un modelo urbano comunitario sostenible compuesto por 20 unidades.

Se calcularon y analizaron el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación descontado (PRI). Para este análisis, se tuvieron en cuenta los costos de inversión inicial, los costos de operación, la proyección de ingresos a 5 años y la tasa mínima aceptable de rendimiento.

#### Valor Actual Neto (VAN)

Se utilizó la ecuación propuesta por Catillo (2019), para determinar el Valor Actual Neto (1):

$$\begin{aligned}
 &VAN \\
 &= -D_0 + \frac{CF_1}{1 + k_1} \\
 &+ \frac{CF_2}{(1 + k_1)(1 + k_2)} + \dots + \frac{CF_j}{(1 + k_1)(1 + k_2) \dots (1 + k_j)} + \dots + \frac{CF_n}{(1 + k_1)(1 + k_2) \dots (1 + k_n)} \\
 &> 0 \quad (1)
 \end{aligned}$$

donde: CF = Flujo de caja del periodo j; D<sub>0</sub> = Desembolso inicial; K<sub>j</sub> = tasa de actualización de periodo j; y n = Duración de inversión

La interpretación de los resultados de la ecuación del VAN se realiza mediante la siguiente escala:

Si VAN > 0, el proyecto es aceptado.

Si VAN < 0, el proyecto es rechazado.

Si VAN = 0, la decisión es indiferente, es decir, no se tiene una preferencia clara entre aceptar o rechazar el proyecto.

#### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para obtener la TIR se utilizó la siguiente fórmula (Fjardo et al., 2019):

$$VAN = -I_0 = \sum_{i=1}^n \frac{FNE_i}{(1 + TIR)^i} = 0 \quad (2)$$

La tasa interna de retorno (2), iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, se tomaron los siguientes criterios:

TIR  $\geq$  TMAR (tasa mínima aceptable) aceptación del proyecto

TIR < TMAR (tasa mínima aceptable) rechazar el proyecto

Periodo de Recuperación de inversión

Para ello se tomó lo sugerido por Esparza (2015), donde el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) primero se suman los ingresos o flujos de efectivo del proyecto y se determina el periodo en el cual compensan a la inversión inicial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema construido ocupaba un espacio de  $5.6 m^2$ . La producción se calculó con el peso final del pescado por lo que se estimaron periodos de seis meses de cultivo para alcanzar una talla comercial de alrededor de 500 g/pez, se calculó una tasa de mortalidad del 10% (Eissa et al., 2015). El sistema acuapónico se construyó con una inversión inicial de \$ 8,072.25 (Tabla 1) por sistema. Se consideró como una inversión asequible para la población de clase media y clase baja.

**Tabla 1.** Inversión monetaria para la construcción de cada sistema acuapónico

Cantidad	Concepto	Costo unitario	Costo total
1	Conector cri de PVC hidráulico 1 ½ in /cementar	\$30.00	\$30.00
1	Conector cre de PVC hidráulico 1 ½ in p/cementar	\$30.00	\$30.00
1	Llave PVC hidráulica 1 ½ in	\$160.00	\$160.00
1	Codo 1 ½ in PVC hidráulico de 90°	\$10.00	\$10.00
1/2	Cinta de teflón de politetrafluoroetileno (PTFE)	\$8.00	\$4.00
1/2	Tubo PVC hidráulico 1 ½ in	\$178.00	\$89.00
1/4	Lija #80 roja	\$12.00	\$3.00
1/4	Pegamento hidráulico de 59 ml	\$35.00	\$8.75
8	Block	\$8.00	\$64.00
1	Tuerca unión PVC hidráulico 1 ½ in	\$23.00	\$23.00
1	Nylon negro de 3 x 2 m	\$81.00	\$81.00
1/2	Silicón pennsylvania 125 ml	\$45.00	\$22.50
12	Tuercas galvanizada 3/8 pulg	\$1.00	\$12.00
1	Varilla roscada galvanizada 3/8 in	\$28.00	\$28.00
1	Contacto para extensión	\$39.00	\$39.00
1	Mesa de madera para hidroponía	\$450.00	\$450.00
1	Estanque bebedero	\$4,000.00	\$4,000.00
1	Tambo azul de 200 L	\$700.00	\$700.00

1	Bomba sumergible 13 w 1.6 m aquasub No. 3211	\$400.00	\$400.00
1	Bote de 20 L	\$40.00	\$40.00
1	Sifón campana (construcción manual)	\$70.00	\$70.00
8	Latas de grava	\$26.00	\$208.00
1	paquete de recipientes para germinación y tierra	\$100.00	\$100.00
-	total		\$6,572.25
Costos de mano de obra para construcción del sistema			
1	Mano de obra (jornada)	\$1,500.00	\$1,500.00
Costo Total de Inversión			\$8,072.25

Se estimó un costo operacional anual de \$2,580.92 para el primer año, después del segundo año el costo disminuye, generando un costo operacional de \$2,560.92 anual, puesto que el berro de agua es una planta que después del corte vuelve a retoñar rápidamente con una vida de regeneración mínima de 3 años (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Costos de operación anual

<b>Materia prima</b>	<b>Costo total</b>
Plantas para cultivo	\$20.00
Alimentos para Peces	\$792.00
Alevines	\$120.00
Agua	\$360.00
Costo total de materia prima	\$795.00
Electricidad	\$164.20
Costos de mantenimiento operacional	
*Mano de obra por mantenimiento operacional de sistema	\$248.93
*Mano directa	\$746.79
Total	\$2,580.92

Se obtuvo una producción de 17 kg de pescado por sistema durante un periodo de seis meses, con base a lo anterior se anticipa una producción anual de 34 kg, considerando dos periodos consecutivos. Sin embargo, para reflejar las realidades de la acuicultura, se ha incorporado un factor de mortalidad del 10%, lo que reduce la producción proyectada a 30.5 kg de pescado.

La mortalidad es un fenómeno natural en la acuicultura, influenciado por diversos factores y circunstancias. Estudios previos han documentado una amplia gama de valores de mortalidad, desde un mínimo del 0% hasta un máximo del 10% (Amin et al., 2020; Mohapatra et al., 2020). Estos valores

reflejan la variabilidad inherente en la gestión de poblaciones acuícolas y subrayan la importancia de considerar y planificar para la mortalidad en los sistemas de producción de peces. Se ha estimado una producción anual de 114 rollos de producto en la planta, considerando una tasa de merma del 5% debido a pérdidas. Con un costo de venta de \$20.00 por rollo, esto proyecta ingresos de \$2,280.00 por sistema. Por lo tanto, los ingresos totales anuales por sistema se calculan en \$6,564.00 en el primer año, con un aumento anual proyectado del 5%, respaldado por el aumento sostenido de la demanda de productos sostenibles, y la tendencia al alza de precios en el sector.

Una vez recopilado los datos se llevó a cabo una evaluación detallada de la rentabilidad del proyecto durante un período de cinco años, considerando los flujos de caja proyectados. En la **Tabla 3** se resume los flujos de caja para cada año, así como los saldos actualizados a una tasa del 10% para evaluar el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI):

**Tabla 3.** Flujos de caja y variables de rentabilidad

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de cajas	-	\$3,983.08	\$4,118.04	\$4,256.8	\$4,399.3	\$4,545.5
	\$8,072.25			2	5	4
Saldo actualizado 10%	-	\$3,620.98	\$3,403.34	\$3,198.2	\$3,004.8	\$2,822.4
	\$8,072.25			1	1	2
Saldo actualizado acumulado	-	-	\$-	\$2,150.2	\$5,155.1	\$7,977.5
	\$8,072.25	\$4,451.27	\$1,047.9	8	0	2
VAN	\$13,230.58					
TIR	43%					
PRD	2.28					

Nota: Las abreviaturas dentro de la tabla corresponden a: Valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI)

El VAN se calculó en \$13,230.58, lo que indica que la inversión inicial se recuperaría y generaría beneficios adicionales; Tasa Interna de Retorno se estimó en un 43%, lo que sugiere una tasa de rendimiento aceptable para la inversión; Período de Recuperación de la Inversión se determinó en 2.28 años, lo que indica el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial. Estos resultados muestran que el proyecto tiene una sólida rentabilidad y podría ser una inversión viable para considerar.

## Estrategia de transferencia de tecnología del Modelo

Una vez hecho el análisis del sistema acuapónico se representa una estrategia integral de transferencia de tecnología, enfocada en la implementación y expansión de un modelo acuapónico comunitario. Esta estrategia se centra en la replicación del sistema acuapónico desarrollado inicialmente, con una proyección de 20 unidades productivas adicionales. Estas unidades son propuestas para ser instaladas en comunidades urbanas que dispongan de áreas verdes o espacios comunitarios adecuados. Cada uno de los sistemas pudiera proveer alimentos a una familia con un promedio de cuatro personas, se estimó que el consumo por ración equivale a 300 g por platillo mismo análisis realizado por Segura (2016) sobre el consumo de productos del mar entre los jóvenes consumidores, se encontró que existe una percepción generalizada de que se debería consumir pescado al menos dos veces por semana. Sin embargo, datos cuantitativos revelan que los consumidores de clase media baja tienden a consumir pescado solo una vez al mes o con una frecuencia aún menor (Segura, 2016).

La proyección indica que la inversión total para implementar 20 sistemas asciende a \$1 61,445.00, fue necesario sumar el costo del invernadero estimado en \$14,434.72 (**Tabla 4**). Además, se prevé un costo operacional anual de \$46,643.80 para mantener el funcionamiento de los sistemas.

**Tabla 4.** Costo total de construcción de techado tipo invernadero

Piezas	Concepto	Costo unitario	Costo total
5	Malla sombra de 90% sombra para invernadero de 3.7 x 9 m	\$810.00	\$4,050.00
1	Adquisición de estructura metálica 14 x 16 m	\$9,000.00	\$9,000.00
50	Argollas metálicas	\$3.00	\$150.00
30	Metros de cinta de negra polipropileno 25 mm	\$6.00	\$180.00
5	Rollo de hilo cañamo color negro	\$10.00	\$50.00
3	Agujas capoteras	\$3.00	\$9.00
Total de inversión de materiales para invernadero			\$13,439.00
4	Mano de obra para construcción del sistema (jornada de 8 horas)	\$248.93	\$ 995.72
Costo total de construcción de techado tipo invernadero			\$14,434.72

Generando un costo total de inversión y operación de \$1 61,445.00. Según datos de vendedores locales de Misantla, se estima que el precio de venta de tilapia alcanza los \$140.00 por kg, reflejando así los

precios vigentes en la zona, y \$20.00 por cada rollo de berro de agua. Se esperan producciones de 612 kg de pescado y 2,280 rollos de berro de agua anuales del proyecto completo. Se estima que el costo de producción por kilogramo de pescado es de \$84.34 y por rollo de berro de agua en \$0.12, puesto que solo se considera la inversión por germinación. Es relevante destacar que los costos de producción de plantas no incluyeron costos de electricidad, dado que se propone que dichos costos se incluyan en la producción de pescado ya que la obtención de planta se considera un producto complementario que resulta del aprovechamiento de los deshechos del pescado.

Con base en los datos anteriores, se proyecta un ingreso total de \$131,280.00 en el primer año con un aumento del 5% anual que es consistente con los fundamentos económicos por el sector. Del total de ingresos, el 65% provendría de la venta de pescado, mientras que el 35% correspondería a la venta de planta. Aunque aparentemente el ingreso mayor provendría de la venta de pescado, en realidad la mayor ganancia se obtiene de la venta de planta (60%), dado que la inversión requerida para este componente es mínima. Con todos estos datos se determinaron los flujos netos efectivos de cada año considerando un 10% de tasa mínima aceptable de rendimiento, el VAN, la TIR y el PRD (**Tabla 5**).

**Tabla 5.** Resultado de las métricas del análisis de factibilidad económica

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de cajas	-\$161,445.00	\$79,661.60	\$82,102.88	\$82,891.24	\$83,628.82	\$84,305.23
Saldo actualizado 10%	-\$161,445.00	\$72,419.64	\$67,853.62	\$62,227.42	\$57,119.61	\$52,346.92
Saldo actualizado acumulado	-\$161,445.00	-\$89,025.36	-\$21,171.74	\$41,105.67	\$98,225.28	\$150,572.20
VAN	\$150,572.20					
TIR	42%					
PR	2.28					

Nota: Todos los cálculos fueron realizados en la moneda oficial de México (peso mexicano)

El análisis indicó un VAN positivo, lo que indica que el proyecto generará un retorno positivo sobre la inversión. La TIR representa la tasa de rendimiento esperada del proyecto. En este caso, es del 42%, lo que significa que el proyecto generará un retorno del 42% sobre la inversión inicial.

El Periodo de Recuperación es de 2.3 años, lo que significa que se recupera la inversión inicial en aproximadamente 2 años y 3 meses. El análisis del Tabla 5, revela un panorama alentador para el proyecto. Sin embargo, es importante considerar que la realización de una organización comunitaria podría tener un impacto significativo en los costos de mano de obra. Al involucrar a la comunidad en

la implementación y operación del proyecto acuapónico, se pueden disminuir los costos asociados con la contratación de mano de obra externa. La participación de los miembros de la comunidad no solo contribuiría a reducir los gastos, sino que también fomentará un sentido de propiedad y responsabilidad compartida, fortaleciendo así la sostenibilidad y el éxito a largo plazo del proyecto. Esta estrategia no solo beneficia económicamente al proyecto, sino que también promueve la unión social y el empoderamiento de la comunidad en su conjunto.

Es importante señalar que parte las bondades que el sistema acuapónico comunitario propuesto provee, son los beneficios extras a la sociedad, ya que su implementación puede fomentar la convivencia social, aportar conocimientos en el manejo de plantas y animales que pueden ser replicados de manera particular, genera trabajo en equipo, forma valores y revaloriza el trabajo manual (Eissa et al., 2015), además, de que contribuye al alcance de la soberanía alimentaria, mejorando la salud física y mental de la comunidad. La población va en aumento y generar alimentos de manera comunitaria, no solo impactaría positivamente en los objetivos de soberanía alimentaria del país, si no en encontrar un área de entretenimiento para mantener activa la salud mental.

Actualmente es más frecuente que las familias adquieran alimentos preparados, alterando la calidad nutricional, además de incrementar el gasto familiar. En México la desigualdad económica es evidente, según INEGI, 2022 la clase media baja gana en promedio al menos \$ 11,343.00 mensuales. De acuerdo con los promedios nacionales el 56.6% de la población pertenece a la clase baja. Se estima un gasto mensual por persona de \$3,000.00 en alimentación, con comidas preparadas únicamente en casa (Del Rio, 2023). Según datos reportados por INEGI (2022) las familias mexicanas gastan en 37.7% mensuales en alimentación de los ingresos totales, esto se asemeja con lo reportado en una encuesta pública (Del Rio, 2023).

Se espera que a consideración de las autoridades gubernamentales a través de la autoridad municipal se pueda invertir e implementar sistemas acuapónicos comunitarios que ofrezcan beneficios sociales, ambientales y económicos a la población. Un sistema comunitario tiene menor porcentaje de abandono en comparación con los sistemas traspatio, además de llevar beneficios a gran número de personas de diferentes edades a la vez (Rahdriawan et al., 2019).

En un estudio realizado sobre la agricultura urbana sostenible en sistemas acuapónicos comunitarios,



se reportó que "la participación de la población en el desarrollo de la tecnología acuapónica es buena, a tal grado que se ha logrado implementarla en casas privadas y en áreas públicas, trabajando en conjunto para obtener beneficios mutuos"

## **CONCLUSIONES**

La acuaponía se ha convertido en una de las tecnologías más populares a nivel mundial bajo un sistema capaz de producir alimentos de forma saludable a beneficio de las familias. En México se carece de una aplicación generalizada de esta tecnología, lo que dificultaría su implementación en los hogares y su permanencia a largo plazo, mejorando los medios de vida tanto rurales como urbanos. La producción, autoconsumo y venta de alimentos sin duda mejoraría el bienestar económico de las familias. La mano de obra comunitaria, al no ser remunerada representa un costo de oportunidad, siendo las familias las encargadas del mantenimiento de los sistemas. Los resultados en el presente documento respaldan la conclusión de que el proyecto de acuaponía es factible desde el punto de vista económico. La combinación de una producción estimada sólida, un VAN positivo, una TIR atractiva y un PRD de 2.28 años, hacen que la inversión sea atractiva y promisorio. La acuaponía no solo presenta oportunidades económicas favorables, sino que también se alinea con prácticas sostenibles al integrar la cría de peces y el cultivo de plantas de manera eficiente. El análisis realizado respalda la viabilidad y el potencial del sistema acuapónico comunitario como una solución integral para abordar los desafíos de la producción de alimentos en comunidades urbanas. Se recomienda realizar estudios que analicen el impacto social de la acuaponía en comunidades urbanas y rurales, así como su aceptación cultural en México.

## **Agradecimientos**

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el apoyo del proyecto aprobado en la Convocatoria 2023: Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación y; al TecNM/Campus Misantla por las facilidades para el desarrollo del mismo. Así como al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca No. 1052663

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Xiao, R., & Wei, Y. (2018). Una revisión sobre el estado de la investigación y la tendencia de desarrollo de equipos en procesos de tratamiento de agua de sistemas de recirculación de acuicultura. Reseñas en *acuicultura*, Liu 2011), 1–33. <https://doi.org/10.1111/raq.12270>



- Vázquez, VL (2022). *Diagnóstico de la acuicultura en México*.
- Rodde, C., Chatain, B., Vandeputte, M., Quoc, T., Benzie, JAH y De Verdal, H. (2020). Can individual feed conversion ratio at commercial size be predicted from juvenile performance in individually reared Nile tilapia *Oreochromis niloticus*? *Aquaculture Reports*, 17 (abril): 100349. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100349>
- Delaide, B., Delhaye, G., Dermience, M., Gott, J., Soyeurt, H. y Jijakli, MH (2017). Rendimiento de la producción de plantas y peces, balances de masa de nutrientes, uso de energía y agua de la PAFF Box, un sistema acuapónico a pequeña escala. *Aquacultural Engineering*, 78 (junio), 130–139.139. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.06.002>
- Stevens, JR, Newton, RW, Tlusty, M., y Little, DC (2018). El auge de los subproductos de la acuicultura: aumento de la producción, el valor y la sostenibilidad de los alimentos mediante su utilización estratégica. *Marine Policy*, (agosto de 2017), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.027>
- Pradeepkiran, JA (2019) . El papel de la acuicultura en la seguridad alimentaria mundial con valor nutricional: una revisión. *Translational Animal Science* , 903–910. <https://doi.org/10.1093/tas/txz012>
- Pulkkinen, JT, Kiuru, T., Aalto, SL, Koskela, J., & Vielma, J. (2018). Puesta en marcha y efectos de la tasa relativa de renovación del agua en la calidad del agua y el crecimiento de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en una plataforma única de investigación RAS. *Aquacultural Engineering*, 82 (May), 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.06.003>
- Van Huong, N., Cuong, TH, Thi, T., Thu, N. y Lebailly, P. (2018). Eficiencia de diferentes sistemas integrados de agricultura y acuicultura en el delta del río Rojo de Vietnam. *Sustainability*, 10. <https://doi.org/10.3390/su10020493>
- Blythe, J., et al. (2017). Dinámicas sociales que configuran la difusión de innovaciones en acuicultura sostenible en las Islas Salomón. *Sustainability*, 9(1), 126. <https://doi.org/10.3390/su9010126>
- Mansaray, S. (2021). Respondiendo a la pandemia de COVID-19 a través de huertos comunitarios: un salvavidas para la seguridad alimentaria y la comunidad: un informe de investigación.
- Schanbacher, WD, Cavendish, JC y Schanbacher, WD (2023). Los efectos de la COVID-19 en los



huertos comunitarios de Florida Central : lecciones para promover la seguridad alimentaria y el bienestar general de la comunidad. *Frontiers in Public Health*.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1147967>

Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) (2022). Trabaja UABCS en proyecto comunitario de acuaponia. Recuperado de <https://www.uabcs.mx/ddceu/articulo/195>

Almeida, DB, et al. (2021). Dinámica de la comunidad microbiana en un sistema de recirculación acuícola de criadero (RAS) de lenguado (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 539 (March), 736592. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736592>

Boyd, CE, et al. (2020 ). Lograr una acuicultura sostenible: perspectivas históricas y actuales y necesidades y desafíos futuros. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>

Badiola, M., Basurko, OC, Piedrahita, R., Hundley, P., & Mendiola, D. (2018). Uso de energía en sistemas de recirculación de acuicultura (RAS): una revisión. *Aquacultural Engineering*, 81(marzo), 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.03.003>

Varga, M., Csukas, B. y Kucska, B. (2020). Implementación de un simulador dinámico fácilmente reconfigurable para sistemas de recirculación de acuicultura. *Aquacultural Engineering*, 90 (diciembre), 102073. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102073>

Ahmed, N., y Turchini , GM (2021). Sistemas de recirculación de acuicultura (RAS): solución ambiental y adaptación al cambio climático. *Journal of Cleaner Production*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>

Zimmermann, S. (2023). El futuro de la producción intensiva de tilapia y la bioeconomía circular sin efluentes: tecnología Biofloc, sistemas de acuicultura de recirculación, bio-RAS, sistemas de acuicultura particionados y acuicultura multitrófica integrada. *Reviews in Aquaculture*, 15 (diciembre), 22–31. <https://doi.org/10.1111/raq.12744>

Fjardo, VLM y col. (2019). Valor actual neto y tasa interna de retorno como parámetros de evaluación de inversiones. *Investigación Operacional*, 40, 469–474.

Esparza, AJL (2015). *Análisis y evaluación de proyectos*.

Eissa, IA, El-Lamie, MM, Hassan, MA, y El Sharksy, AM (2015). Impacto del sistema acuapónico en



la calidad del agua y el estado de salud de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.

Amin, M., Musdalifah, L. y Ali, M. (2020). Rendimiento del crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) criada en sistemas de recirculación y suspensión activa. Serie de conferencias del IOP: *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*, 441(1).

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012135>

Mohapatra, BC, Chandan, NK, Panda, SK, Majhi, D. y Pillai, BR (2020). Diseño y desarrollo de un sistema acuapónico portátil y optimizado con técnica de película de nutrientes (NFT). *Aquacultural Engineering*, 90 (Agosto), 102100.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102100>

Segura, A. (2016). y productos del mar. *Vista del comprador de AECOC*. Recuperado de

[https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/mercados-economia-pesquera/analisisdeljovennoconsumidordeproductospesqueros\\_tcm30\\_-291634\\_.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/mercados-economia-pesquera/analisisdeljovennoconsumidordeproductospesqueros_tcm30_-291634_.pdf)

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2019). *Diario Oficial de la Federación en el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024*.

Del Río, N. (2023). ¿Cuánto gasta una persona en comida al mes en México 2023? Recuperado de:

<https://www.clubmitsubishiasx.com/articulos/cuanto-gasta-una-persona-en-comida-al-mes-en-mexico-2023>

Rahdriawan, M., Wahyono, H., Yulastuti, N. y Ferniah, R. S. (2019). Agricultura urbana sostenible a través de la acuaponía comunitaria: caso de la aldea Kandri, Semarang. *Serie de conferencias del IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*, 216 (Assdg 2018), 107–117

