



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN DEL POLICULTIVO TILAPIA-LANGOSTINO A TRAVÉS DEL FLUJO DE CAJA DESCONTADO

ALEJANDRA IVONNE GARCÍA SÁNCHEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz,

2019

La presente tesis, titulada: “**Factibilidad del proyecto de inversión del policultivo tilapia-langostino a través del Flujo de Caja Descontado**”, realizada por la estudiante: **Alejandra Ivonne García Sánchez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola

ASESOR



Dr. Alberto Asiain Hoyos

ASESORA



Dra. Liliana Armida Alcudia

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 15 de febrero de 2019.

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN DEL POLICULTIVO TILAPIA-LANGOSTINO A TRAVÉS DEL FLUJO DE CAJA DESCONTADO.

Alejandra Ivonne García Sánchez, M.C.

Colegio de Posgraduados, 2019

En México, la región tropical productora de tilapia (*Oreochromis spp*) cuenta con las condiciones necesarias para la producción en policultivo, por lo que su potencial debe ser aprovechado. Específicamente, en el estado de Veracruz, no hay producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en combinación con langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*), es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el proyecto de inversión para la producción del policultivo tilapia-langostino. Para determinar la factibilidad del proyecto se utilizó el método de Flujo de Caja Descontado, en donde se analizó el entorno para plasmarlo. Se obtuvo que con una inversión de \$1, 475,025.00, y con costos de operación anuales de \$881,256.42, las utilidades anuales de son de \$643,761.65, el VAN de \$965,338.16, el TIR 33.26% y el B/C 1.20, en un horizonte de 5 años y una amortización total del proyecto en 3 años. Son datos útiles que brindan a los productores de tilapia la información necesaria para la toma de decisiones y transfer su producción de monocultivo, a policultivo, ya que se considera una alternativa para la disminución de costos y el aumento de utilidad de su agroecosistema acuícola.

Palabra clave: monocultivo, evaluación, costos, utilidad.

**THE INVESTMENT PROJECT OF THE TILAPIA-PRAWN POLYCULTURE
FEASIBILITY THROUGH DISCOUNTED CASH FLOW.**

Alejandra Ivonne García Sánchez, M.C.

Colegio de Posgraduados, 2019

In Mexico, the tropical region producing tilapia (*Oreochromis spp*) has the necessary conditions for polyculture production, so its potential must be exploited. Specifically, in the state of Veracruz, there is no production of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in combination with malayan prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), which is why the present investigation aimed to evaluate the investment project for the production of the tilapia-prawn polyculture. To determine the feasibility of the project, the Discounted Cash Flow method was used, where the environment was analyzed to capture it. It was obtained that with an investment of \$ 1, 475,025.00, and with annual operating costs of \$ 881,256.42, the annual profits are of \$ 643,761.65, the VPN of \$ 965,338.16, the IRR 33.26% and the B/C 1.20, in a horizon of 5 years and a total amortization of the project in 3 years. These are useful data that provide tilapia producers with the necessary information for decision making and transfer their production from monoculture to polyculture, since it is considered an alternative for reducing costs and increasing the usefulness of their aquaculture agroecosystem.

Keyword: monoculture, evaluation, costs, utility.

DEDICATORIA

A mi madre.

Que con tu amor y paciencia, me has dado la fuerza para continuar, no ha sido fácil, pero al mirarte sé que puedo.

A Hannah

Mi amor más puro.

A mi padre y mis hermanos: David, Adriana, Giovanni, Moisés y Jorge

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca para realizar mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Posgraduados Campus Veracruz, por su infraestructura y personal involucrado para realizar mi posgrado, en especial a los Doctores que participaron en mi formación académica.

A mi consejo particular conformado por el Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola, Dr. Alberto Asiain Hoyos y Dra. Liliana Armida Alcudia, por su disposición, apoyo y enseñanza brindada en todo momento.

A Mamá Toña, Papá Atilano, Irma, Silvia, Héctor, Luis, Ely, sobrinos y demás familia, por el apoyo e impulso que me han proporcionado siempre.

Al Médico Sergio Silva González por la dedicación, empeño y pasión a su trabajo... Mi agradecimiento infinito.

Al Médico Juan Manuel Pérez Zuñiga por el ímpetu de hacer las cosas correctamente, hizo la diferencia en mi vida.

A cada una de las personas que me han apoyado, animado y estado al pendiente en esta aventura llamada vida.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Justificación	2
1.2.	Planteamiento del problema	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Antecedentes de la acuacultura.....	4
2.2.	Antecedentes de la acuacultura en México	5
2.2.1	El caso de la Tilapia	6
2.2.2	El caso del Langostino.....	7
2.3.	La acuacultura como esquema de negocio	8
2.4.	Problemática de los proyectos de inversión.....	9
2.5.	La acuacultura en el enfoque del agroecosistema	10
2.6.	Producción de tilapia.....	11
2.7.	Producción de langostino	12
2.8.	El policultivo tilapia-langostino	13
2.9.	El proyecto de inversión	15
2.10.	Evaluación de proyectos.....	17
2.11.	Evaluación financiera o privada	18
2.12.	Evaluación económica o social	18
2.13.	Indicadores	19
2.13.1	Valor Actual Neto (VAN).....	20
2.13.2	Tasa Interna de Retorno	21
2.13.3	Relación Beneficio Costo (B/C)	21
2.13.1	Punto de Equilibrio (PE)	22
2.13.2	Análisis de Sensibilidad.....	23

3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	24
3.1.	Hipótesis.....	24
3.2.	Objetivos.....	24
3.2.1	Objetivo general	24
3.2.2	Objetivos particulares.....	24
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1.	Actualización del proyecto de inversión de tilapia	25
4.2.	Punto de Equilibrio (PE) de la producción de tilapia.....	25
4.3.	Corrida financiera del policultivo	26
4.4.	Escenario óptimo para el policultivo	27
4.5.	Cálculo de los proyectos de producción	27
4.5.1	Inversión	27
4.5.2	Costos de operación	28
4.5.3	Presupuesto de ingresos.....	29
4.5.4	Valor Actual Neto (VAN).....	29
4.5.5	Relación Beneficio Costo (B/C)	30
4.5.6	Tasa Interna de Retorno (TIR)	31
4.5.7	Análisis de sensibilidad	31
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	34
5.1.	Resultados de los proyectos de producción.....	34
5.1.1	Inversión	34
5.1.2	Costos de operación	35
5.1.3	Presupuesto de ingresos.....	36
5.1.4	Valor Actual Neto (VAN).....	37
5.1.5	Relación Beneficio / Costo (R/B)	37

5.1.6	Tasa Interna de Retorno (TIR)	38
5.1.7	Análisis de sensibilidad	38
5.2.	Punto de Equilibrio (PE) de la producción de tilapia.....	39
5.3.	Corrida financiera del proyecto de policultivo tilapia-langostino.....	41
5.4.	Escenario óptimo para la producción del policultivo tilapia-langostino	43
5.5.	Evaluación de los indicadores de rentabilidad del policultivo tilapia- langostino	46
6.	CONCLUSIONES	49
7.	LITERATURA CITADA	51
ANEXOS		56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción acuícola por especie.	6
Figura 2. Desarrollo del proyecto.	17
Figura 3. Relación tilapia-langostino en diferentes escenarios con $B/C=1.20$	41
Figura 4. Rendimiento por cultivo.	43
Figura 5. Utilidad anual del monocultivo y policultivo.	45
Figura 6. Relación Beneficio/Costo del policultivo.	46
Figura 7. Indicadores del policultivo.	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de tilapia por estado.	12
Cuadro 2. Clasificación de la evaluación en el proyecto de inversión.	20
Cuadro 3. Criterio del Valor Actual Neto (VAN).	21
Cuadro 4. Parámetros de la Relación Beneficio Costo (B/C).	22
Cuadro 5. Escenarios para el análisis de sensibilidad de la investigación.	32
Cuadro 6. Variables modificadas.	34
Cuadro 7. Indicadores de rentabilidad de corrida original y corrida actualizada.	39
Cuadro 8. Punto de Equilibrio.	39
Cuadro 9. Comparativo de escenarios con $B/C = 1.20$	40
Cuadro 11. Indicadores de rentabilidad de la producción del policultivo tilapia- langostino.	42
Cuadro 12. Análisis de sensibilidad para la producción del policultivo tilapia- langostino.	44
Cuadro 13. Indicadores de rentabilidad del policultivo tilapia-langostino.	47

1. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento y explotación de los recursos acuáticos se remonta a épocas prehistóricas que persiste hasta nuestros días y al explorar el desarrollo que han tenido dos especies acuáticas de reciente introducción al país, se discute su potencial de cultivo bajo sistemas de mono y policultivo. La tilapia (*Oreochromis niloticus*) es una especie cultivada a nivel internacional y localmente tiene un mercado competitivo, el langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*) tienen un mercado importante a nivel internacional y local.

Ambas especies se cultivan en agua dulce y debido a sus hábitos y relación intraespecífica pueden convivir en el mismo estanque en una interacción mutualista. Esto refiere a que cada especie se beneficia con la existencia de la otra, ya que el langostino, habitando en la profundidad del estanque y como organismo detritófago, se provee de alimento consumiendo parte de los desechos de la tilapia, ayudando a reducir los compuestos nitrogenados que repercuten en la calidad de agua del estanque, favoreciendo el hábitat donde se desarrollan las dos especies.

Aun siendo cultivos que se producen de manera independiente en la región, la relación que guardan entre sí permiten desarrollar el proyecto para la producción del policultivo de tilapia-langostino, por lo que es necesario implementar proyectos innovadores en los cuales se aplique la optimización del espacio con los principales recursos en el mismo periodo, utilizados para la producción de dos proteínas animales considerándose así, una alternativa para la disminución de costos y el aumento de utilidad

Por ello, la importancia de plantear un proyecto de inversión donde se plasmen los costos y beneficios en la producción del policultivo, siendo evaluado con el enfoque tradicional de Flujo de Caja Descontado; considerando indicadores para determinar su factibilidad, mostrando ventajas operativas y económicas

que el productor tomará para decidir la ejecución del proyecto y obtener un mayor rendimiento del estanque con un menor porcentaje de biomasa.

1.1. Justificación

En el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave en la década de los treinta, el río Jamapa era un proveedor de recursos acuáticos importante, en donde era común cosechar peces y crustáceos, estos últimos eran postlarvas de camarón prieto (*Macrobrachium acanthurus*). Los organismos cosechados se utilizaban con los objetivos de consumo, investigación y engorda en las zonas cercanas al río. En la actualidad, la producción de estas especies en el río Jamapa, ha ido en declive por lo que el Colegio de Posgraduados campus Veracruz, se ha dado a la tarea de investigar y reproducir el hábitat para la producción de postlarva para su posterior distribución a productores interesados en la engorda y con ello incrementar sus utilidades con la producción del policultivo tilapia-langostino.

1.2. Planteamiento del problema

En la producción de tilapia, se ha observado que se cumplen las exigencias antes mencionadas, por lo que el problema no radica en el rendimiento ni en la manera de producirla, sino en la falta de una administración de los recursos a lo largo del periodo en que se dedica a la producción de la tilapia, además de que existe un mayor riesgo de producción de un monocultivo, por lo que se propone una producción de policultivo como opción aún más rentable, y con el uso de los recursos disponibles se puede hacer provecho de ellos, con una mayor producción y con ello un incremento en la utilidad, es por ello que se presenta la propuesta de producción del policultivo tilapia-langostino.

La problemática que se detecta en la presente investigación es: por ser un cultivo innovador, no se tiene datos duros para la evaluación como policultivo, por lo que es importante realizar una evaluación periódica del proyecto de tilapia y una evaluación ex ante del proyecto del policultivo para concluir con el análisis del proyecto policultivo tilapia-langostino en un periodo de evaluación de 5 años como horizonte.

Con los resultados presentados se tendrá un panorama mejor definido del proyecto de inversión del policultivo tilapia-langostino, para con ello, los productores de tilapia tengan una opción para incrementar los ingresos generados del policultivo.

Dada la necesidad de contar con nuevos instrumentos para la formulación y evaluación de proyectos en los nuevos escenarios cambiantes que se presentan en la actualidad y bajo la incertidumbre en los mercados, se requiere de la información para la toma de decisiones que conlleven a un mayor desarrollo en el manejo de los cultivos y un aumento en la rentabilidad del agroecosistema acuícola.

Además de la perspectiva cambiante generada en el actual esquema de producción y consumo en el mundo, aunado al interés de los productores de las zonas tropicales de México en la diversificación de cultivos innovadores con la mayor rentabilidad plasmada en los ingresos y la búsqueda de alternativas de producción con mayores rendimientos, se concibe la propuesta de “Factibilidad del proyecto de inversión del policultivo tilapia-langostino a través del Flujo de Caja Descontado”.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la acuicultura

Existe consenso y evidencia suficiente para asegurar que la caza, la recolección y la pesca representaron actividades que dieron sustento a grupos humanos desde épocas prehistóricas y les permitieron expandirse a una escala global.

La acuicultura es considerada como una estrategia para el combate del hambre, además de crear empleos, con la demanda de insumos dinamiza el mercado interno logrando un gran impacto social y es practicada desde pequeñas unidades de traspatio, hasta las comerciales altamente tecnificadas e intensiva (Platas-Rosado y Vilaboa-Arroniz, 2014).

Así como el desarrollo de la agricultura y la domesticación de animales constituyó un paso fundamental en el desarrollo de la humanidad, es de esperarse que la acuicultura haya seguido un proceso similar (Nash, 2011). Primero, el confinamiento de especies; después, el desarrollo de técnicas para su reproducción y manejo en condiciones controladas. Así lo demuestran evidencias que se remontan a más de 3,000 años antes del presente, principalmente en regiones de Asia (Jones, 1986; Rabanal, 1988; Nash, 2011).

En el contexto mesoamericano sucedió un proceso similar. Los primeros organismos acuáticos que el hombre utilizó seguramente provenían de cuerpos de agua (dulce, marina y salobre), abundantes aún hoy en el territorio (Robles-Berlanga *et al.*, 2007)

Durante las últimas cinco décadas se ha dado un apoyo altamente significativo a la acuicultura, haciendo que este sector de producción de alimentos de origen animal sea el de mayor ritmo de crecimiento del sector primario (Esquivel *et al.*, 2011).

2.2. Antecedentes de la acuicultura en México

En la historia de México se desarrollaron y consolidaron actividades acuícolas en los diferentes periodos por grupos diversos: olmecas, purépechas, mexicas y chichimecas (Gutiérrez-Yurrutia, 1999). A partir de la conquista, la forma de utilizar los recursos naturales comenzó a sufrir cambios importantes. No obstante, fue hasta la época del México independiente, y en particular durante el periodo del porfiriato, cuando el Estado mexicano dio los primeros pasos para incorporar la acuicultura en la agenda nacional (Gutiérrez-Yurrutia, 2000; Contreras-Alvarado, 2012; Cupul-Magaña y Cifuentes-Lemus, 2016).

Fue así que, por encargo de la oficina de la presidencia de Porfirio Díaz, se elaboró y publicó el primer tratado de piscicultura en México (Cházari, 1884). A partir de entonces se promovió el establecimiento de centros acuícolas para fomentar el desarrollo de los cultivos como trucha y carpa (Cupul-Magaña y Cifuentes-Lemus, 2016).

Las características que presenta México (físicas, naturales, sociales y posición geográfica), posee todas las condiciones necesarias y suficientes para el liderazgo mundial en el sector acuícola (Platas-Rosado y Vilaboa-Arroniz, 2014). Se estima que al menos el 20% de la producción pesquera, se cultiva en estanques en tierra firme.

En nuestro país, la producción acuícola por especie, la encabeza la tilapia con el 37.4% de la producción nacional, seguida del camarón con el 36.1%; en tercer lugar lo obtiene el ostión con 11.3%, la carpa con 7.6% al igual que el resto de las especies como se muestra en la Figura 1



Figura 1. Producción acuícola por especie.
Fuente: El heraldo de México con datos de SIAP 2018.

2.2.1 El caso de la Tilapia

Por iniciativa de la Comisión del Papaloapan, en 1964 se introdujo la tilapia a México como una opción para detonar el desarrollo mediante el establecimiento de pesquerías en grandes embalses (Asiain-Hoyos, 2009). A partir de 1965 se siembran crías en los grandes embalses del país, iniciando con la presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca. Se estima que de 1972 a 2014, se han capturado más de un millón de toneladas en los embalses del país.

En 1999 la Dirección General de Acuicultura contaba con 27 centros acuícolas para la reproducción de crías de tilapia en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. Hoy, la tilapia es la principal especie

acuícola cultivada en el país, con presencia en toda la República y con una producción de más de 100,000 toneladas anuales (CONAPESCA, 2014).

2.2.2 El caso del Langostino

En diciembre de 1972, la Dirección General de Planeación y Promoción Pesqueras de la Secretaría de Industria y Comercio sugirió una visita a los Estados de Michoacán y Guerrero de un grupo de personas tanto del Gobierno Mexicano como de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Balbuena R., 2014), para la cual se contaría con la colaboración de la oficina regional del Instituto Nacional del Desarrollo de la Comunidad (INDECO), introduciendo el langostino malayo a México en 1973. En 1978 el Departamento de Pesca construyó tres centros acuícolas: “El Real” en Veracruz, “El Carrizal” en Coyuca de Benites, Guerrero y “Chamela” en Sinaloa. Su objetivo fue producir postlarvas con una técnica llamada “Agua Verde”. A la fecha se han tenido buenos resultados productivos, pero aún no los esperados (New, 2009). Si bien se ha experimentado con langostinos nativos como el camarón prieto *M. acanthurus* y la acamaya *M. carcinus* (Cabrera-Cano, 1977), los resultados tampoco han sido los esperados. No obstante, el langostino malayo es una especie domesticada y estudiada que se cultiva en otras partes del mundo con éxito (New, 1995; Alonso *et al.*, 1997). La pesquería de las especies de crustáceos de agua dulce en México que ostentan el mismo nicho de mercado que *M. rosenbergii* se han casi agotado (Espinosa, 1986; Lorún-Núñez, 2017), por lo que el desarrollo del cultivo es una alternativa para satisfacer la demanda y disminuir la presión que la pesca ejerce sobre este recurso natural (Asiain-Hoyos *et al.*, 2013).

Desde el 2014 a la fecha actual, la producción de cría de langostino malayo, que es el primer eslabón de la cadena agroalimentaria, está siendo atendida por grupos organizados de productores como Acuacultores Veracruzanos A.C.

(AVAC) e instituciones de investigación como el Tecnológico Nacional de México Campus Boca del Río y el Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Benítez-Hernández *et al.*, 2016). En el estado de Oaxaca existe una pequeña unidad de producción de postlarvas de langostino malayo. Asimismo, otra pequeña unidad en el estado de Guerrero abastece con postlarvas, de manera intermitente, al estado de Morelos. La limitada oferta de postlarvas está poniendo en riesgo a toda la industria (Mayorga Castañeda, 2011).

2.3. La acuacultura como esquema de negocio

La acuacultura está considerada como uno de los negocios de mayores complicaciones técnicas y económicas dentro de la agricultura, ya que es afectado por factores técnicos y económicos como son: la calidad del agua, clima, calidad de la semilla, crecimiento del producto, calidad de la alimentación, índice de conversión alimenticia, enfermedad, infraestructura, precio de la alimentación, precio de la semilla, costo de la mano de obra, otros precios de los insumos, precio del producto y regulaciones (Cai *et al.*, 2018). Los productores de cultivos acuícolas no tienen control en factores como el clima, condiciones del mercado y sus regulaciones, pero pueden mejorar sus rendimientos a través de buenas prácticas y producciones planificadas (Cai *et al.*, 2018).

Los acuacultores, planifican su producción basados en prácticas comunes, experiencias y/o consejos de expertos, acumulando experiencias en buenas prácticas y escenarios a través de pruebas de ensayo y error, practicando e intercambiando conocimientos dentro del gremio acuícola (Cai *et al.*, 2018).

2.4. Problemática de los proyectos de inversión

De los principales problemas que presenta la evaluación de proyectos de inversión, es adaptar la inversión de los recursos destinados al proyecto, cuando, a los largo de la vida útil se presenta una alta incertidumbre y volatilidad del mercado y lo pronosticado por el método tradicional (Flujos de Caja Descontado) no es confiable.

Por lo que los resultados deben ser visualizados de dos formas diferentes: para la evaluación estratégica enfocada en lo que el proyecto debe lograr cualitativamente y por otro lado la teoría financiera, que está enfocada en lo que el proyecto puede llegar a lograr cuantitativamente (Garrido-Concha y Andalaft-Chacur, 2003).

En la actualidad, los avances tecnológicos, la innovación constante, aunada a una necesidad de políticas de investigación y desarrollo (Calle F. y Tamayo B., 2009) han hecho que la forma de producir y el desarrollo de las industrias se encuentren en un espiral de cambio constante, teniendo como resultado un entorno inestable.

Estos cambios ocasionan que los precios en las materias primas sean volátiles, permitiendo que los proyectos y las inversiones tengan mayor incertidumbre para su éxito (Hernández 2009, citado por Pérez Martin, 2011).

Uno de los métodos que comúnmente ha sido utilizado para la evaluación de proyectos de inversión, ha sido el Valor Actual Neto (VAN) y siendo su resultado positivo, es aceptado el proyecto, de lo contrario es rechazado.

Sin embargo, dicha valuación ha tenido limitaciones que han afectado a la toma de decisiones en la inversión del proyecto ya que es considerada como irreversible tomando la decisión de “ahora o nunca” siendo considerados como modelos estáticos (Calle F. y Tamayo B., 2009).

Por lo que a fines del siglo pasado se han desarrollado métodos alternos para la evaluación de proyectos más acordes a los nuevos escenarios, favoreciendo la toma de decisiones al momento de invertir.

Es entonces cuando la metodología de las Opciones Reales, es considerada como viable para la evaluación de proyectos de inversión, ya que toma en cuenta elementos intangibles como la volatilidad de los precios futuros y la competitividad, permitiendo mayor flexibilidad en la toma de decisiones con la que se obtiene una mayor visión estratégica (Pérez-Martin *et al.*, 2011).

Es importante resaltar que las Opciones Reales no son una herramienta separada, sino un complemento a las herramientas tradicionales de la evaluación de proyectos de inversión (Calle F. y Tamayo B., 2009).

2.5. La acuicultura en el enfoque del agroecosistema

Luna Coss *et al* (2018), menciona que una de las prioridades del desarrollo nacional es la sustentabilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales; la preservación de los acuíferos, los suelos, la biodiversidad de los bosques y de los demás elementos de sustentabilidad ambiental constituyen una prioridad nacional en donde juegan un papel importante la orientación y desarrollo del sector agropecuario

Hernández (1977), define al agroecosistema “como un sistema modificado en menor o mayor grado por el hombre, al utilizar los recursos naturales en los procesos de producción agrícola”.

Así como Ruiz R. (2006), como “una unidad agrícola donde la interacción de los factores económicos, sociales y tecnológicos promueven ciertos niveles de sustentabilidad social, economía, política y tecnológica y ecológica”.

Por lo que el agroecosistema: es un espacio físico delimitado en el que contiene interacciones bióticas y abióticas, en donde se lleva a cabo actividades productivas agrícolas y pecuarias y acuícolas, en las que es indispensable la intervención del hombre con la experiencia y conocimiento necesarios para la toma de decisiones en dichas actividades productivas, y que son realizadas en un tiempo determinado para satisfacer las necesidades del mercado demandante.

La acuicultura es una actividad productiva orientada a la producción de alimento; como estrategia para mejorar los rendimientos de producción y la utilización de infraestructura se han desarrollado diversas tecnologías de producción (Navarrete-Salgado *et al.*, 2000).

Por otro lado, Platas-Rosado y Vilaboa-Arriniz (2014), definen a la acuicultura como “la producción controlada de cualquier ser vivo en el medio acuático, lo que implica el manejo del agua”.

2.6. Producción de tilapia

La tilapia es una de las especies de producción acuícola popularmente cultivada en más de 120 países (Cai *et al.*, 2018), es un pez de origen africano. La mayoría de las especies comerciales pertenecen al género *Oreochromis*. Pez teleósteo; habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento, son peces de aguas cálidas tanto en agua dulce como salada, e incluso puede acostumbrarse a vivir en aguas poco oxigenadas.

Actualmente en México, el cultivo acuático de mayor importancia es de la especie de tilapia *Oreochromis niloticus* (Ventura *et al.*, 2014), el aumento de la producción de tilapia en los últimos años, es debido al impulso político y al esfuerzo de los productores, por lo que el país genera el 25% del total producido en América Latina (FAO, 2018). Ocupando en 2017, el noveno lugar

en producción de tilapia en el mundo con 163,714 toneladas anuales y el quinto lugar de producción mundial bajo sistemas controlados (SIAP, 2018)

Las principales entidades productoras de tilapia en nuestro país se definen en la Cuadro 1, en donde se muestra Jalisco en primer lugar de producción nacional con 34,011 toneladas anuales y Veracruz en el quinto lugar con 12,476 toneladas anuales.

Cuadro 1. Producción de tilapia por estado.

Rank	Entidad federativa	Volumen (toneladas)		Variación (%) 2012-2017
		2012	2017	
	Total nacional	77,547	163,714	111
1	Jalisco	4,170	34,011	716
2	Chiapas	10,962	26,621	143
3	Michoacán	13,330	23,954	79.7
4	Nayarit	7,990	12,577	57.4
5	Veracruz	11,292	12,476	10.5
6	Sinaloa	6,017	11,906	97.9
7	Tabasco	3,840	7,053	83.7
8	Guerrero	1,533	5,819	280
9	México	1,100	4,811	337
10	Hidalgo	3,991	4,581	14.8
	Resto	13,324	19,906	49.4

Fuente: SIAP 2018.

2.7. Producción de langostino

La pesquería mexicana del langostino de río se basa actualmente en la explotación de cuatro especies principales: dos en la región del Golfo de México y dos en la región del Pacífico, todas del género *Macrobrachium* (Alonso *et al.*,

1997). Estos organismos viven en lugares tropicales y subtropicales, en agua dulce y salobre, son omnívoros, detritófagos, saprófagos y caníbales, y aceptan el alimento artificial (Mayorga Castañeda, 2011).

En la década de los setentas, la Comisión del Papaloapan impulsó los primeros intentos por cultivar en Veracruz una de las especies endémicas más importantes de la zona, el camarón prieto o langostino manos de carrizo (*Macrobrachium acanthurus*), para lo cual construyó una estación acuícola a orillas de la laguna de los Amates, a orillas del Río Papaloapan, en Tlacotalpan, Veracruz (Cabrera-Cano, 1977).

La información disponible para especies nativas de América Latina incluye aspectos biológicos, ecológicos y en ocasiones de cultivo controlado, pero poco se conoce sobre la explotación pesquera o el estado real de las poblaciones (García-Guerero *et al.*, 2013; Lorún-Núñez, 2017). Tradicionalmente el arte de pesca que se utiliza para capturar langostinos son trampas; las mejores oportunidades de captura ocurren durante el período reproductivo debido a que en esas épocas suelen, sobre todo las hembras, realizar migraciones para liberar las larvas cerca de la costa (García-Guerrero *et al.*, 2013). Dado que éstas llevan los huevos adheridos entre los pleópodos, su extracción implica también la pérdida de la progenie.

2.8. El policultivo tilapia-langostino

Aunque existen diferentes modelos de policultivo (Tafur-Gonzales *et al.*, 2009), en todos los casos se aprovecha más eficientemente los diferentes estratos y recursos del estanque. (Sanabria, 2016).

La tilapia por su capacidad de mejorar la calidad del agua, establece un control sobre el florecimiento de fitoplancton y la acumulación de material orgánico (Massaut *et al.*, 2004; Flores, 2010).

En los años ochenta, se desarrollaron diferentes modelos de granjas acuícolas en México, con bagre, trucha, tilapia y carpa. También se utilizaron peces de mucho menor talla y se utilizó la estrategia de jaulas, para asegurar y controlar la población. Se realizaron todo tipo de estudios, sin embargo, no se hicieron proyectos de policultivos, desaprovechando las ventajas que esto representa (Ventura *et al.*, 2014).

Dentro de los cambios económicos y sociales que ha experimentado la producción acuícola mundial ha sido constante y creciente (Cai *et al.*, 2018), se visualiza la innovación de producción del policultivo tilapia-langostino, utilizando los mismos recursos como instalaciones, agua, mano de obra y periodos utilizados en la producción de tilapia y con ello incrementar los beneficios para el productor.

El policultivo consiste en cultivar una especie principal, por lo general con mayor densidad de población o dominancia y la inclusión de una o más especies adicionales a la existente, a fin de utilizar de una manera más eficiente los recursos disponibles en el estanque (García-Guerrero *et al.*, 2013). El uso de diversos nichos tróficos es la razón por la que el policultivo ha sido exitoso.

El policultivo de tilapia-langostino tiene un rendimiento neto superior que cuando es cultivado las especies se cultivan en monocultivo (Alvarez-Torres *et al.*, 1999; Asiain-Hoyos *et al.*, 2013).

Los ingresos por producción de tilapia pueden compensar los gastos operacionales del policultivo, brindar un margen de ganancia, en los ingresos por cosecha de camarón siendo la utilidad neta del cultivo (Espinosa-Chaurand *et al.*, 2011), pues ocupan distintos nichos ecológicos. (Hernández-Barraza, 2011) considera que los policultivos crustáceos-tilapia se ayudan entre sí, por ejemplo algunas características de esta relación: nivel de oxígeno disuelto más estable, reducción de depredadores, mayor productividad total del estanque,

coprofagia (consumo de heces de los peces por los camarones), producción de mayor valor económico (por cosecha), etcétera.

Hishamunda (2003) y Navarrete-Salgado (2017) describen algunas ventajas que ofrece la piscicultura integrada, a saber: el costo por organismo se reduce; permite establecer métodos de conservación para posterior venta en mercados aledaños; los estanques se pueden construir en terrenos no aptos para las actividades agropecuarias en el que exista agua suficiente como suministro para la producción; según las necesidades, se puede calcular la producción; se puede controlar el crecimiento y la engorda de peces; propicio para manejos genéticos; sólo se desarrollan las especies que se están cultivando en los estanques; se evita la existencia de depredadores y competidores; la mortalidad natural se minimiza.

El policultivo de estas dos especies es viable y se recomienda para elevar el rendimiento por unidad de superficie y con esto elevar la rentabilidad, sin incrementar significativamente los costos de operación ni la infraestructura, con el trabajo de la misma mano de obra y los mismos requerimientos energéticos para el uso equipos de aireación (Ponce-Marbán, 2005).

2.9. El proyecto de inversión

Desde una perspectiva general, los proyectos de inversión, se entiende como una intervención en un medio para dar solución a una problemática existente y lograr un cambio deseado (Valencia, 2012). La formalización se llevó a cabo a partir de 1975 en el libro *Manual de proyectos de desarrollo económico*, donde se describen las técnicas y métodos utilizados para la formulación, preparación y evaluación de proyectos de creación de nuevas empresas.

Infante-Villareal (1984), define al proyecto de inversión como un conjunto de ingresos y egresos de dinero que aparecen en diferentes momentos.

La inversión, en un sentido amplio, es el flujo de dinero orientado a la creación o mantenimiento de bienes de capital y a la realización de proyectos sumamente rentables (Aching Guzmán, 2006). La parte esencial y primordial para poder proponer un proyecto de inversión y su buen análisis, es tener identificado el problema, para apoyarse en una metodología adecuada y con ello buscar las diferentes alternativas de solución y escoger la mejor de ellas para llevar a cabo una inversión con el menor riesgo posible (Ortegón *et al.*, 2005).

Abreu-Beristain (2006), define al proyecto de inversión como una “guía para la toma de decisiones acerca de la creación de una futura inversión que muestra el diseño comercial, técnico-organizacional, económico y financiero de la misma”.

El proyecto de inversión es considerado como acciones que se originan a partir de un problema y que a su vez dan respuesta en forma racional. Esto implica el uso eficiente de los recursos disponibles, por los que el propósito del proyecto de inversión, es el de resolver un problema o necesidad o aprovechar una oportunidad cuyos efectos benefician a un grupo de personas o a la comunidad en general (Ortegón *et al.*, 2005).

El principal paso para iniciar el desarrollo del proyecto de inversión es la identificación del problema, posteriormente se cuantifica, se determinan las necesidades del proyecto, lo que conlleva un análisis para determinar la inversión (Valencia, 2012), como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración propia con información de Valencia (2012).

Por consiguiente, la importancia de la evaluación de un proyecto de inversión no es únicamente analizar la viabilidad o no viabilidad en el uso de los recursos destinados para la ejecución del proyecto, además de determinar el impacto económico, ambiental o social de la región donde se pretenda llevar a cabo, así mismo, se analiza la eficiencia de los recursos disponibles con el objetivo de obtener beneficios económicos a mediano y largo plazo, sin que éstos disminuyan la calidad del producto en una producción continua, teniendo una relación recíproca entre el agroecosistema acuícola y activación de la economía local.

2.10. Evaluación de proyectos

Si bien se han producido cambios importantes en la forma de estudiar los proyectos de inversión, pero el procedimiento general sigue centrándose en la recopilación, creación y análisis de la información, que permite identificar las ideas de negocio y cuantificar los costos y beneficios de un emprendimiento comercial eventual (Sapag, 2007).

El modelo clásico o tradicional de evaluación de los proyectos de inversión, plantean algunas dificultades cuando existe incertidumbre (Aguado-Manzanares y Garrido-Colmenero, 2008), llevando a cuestionar la forma idónea de evaluarlos, donde se analizan a partir de dos enfoques, iniciando por el enfoque financiero o privado y se complementa con la introducción de los ajustes necesarios para convertirlo en una evaluación económico y social (Infante-Villareal, 1984).

2.11. Evaluación financiera o privada

Cuando el proyecto se inicia con la evaluación financiera, la cuantificación de los ingresos y egresos se hacen en base a la suma de dinero que el inversionista entrega, recibe o deja de recibir, desde un enfoque microeconómico (Infante-Villareal, 1984).

Por lo que Abreu-Beristain (2006) comenta que el objetivo del análisis financiero tiene como finalidad aportar una estrategia que permita al proyecto allegarse de los recursos necesarios para su aplicación y contar con la suficiente liquidez y solvencia, para desarrollar ininterrumpidamente operaciones productivas y comerciales.

Argumentando Duarte y colaboradores (2007), que el análisis financiero de un proyecto, se efectúa para determinar la rentabilidad de la inversión efectuada en el proyecto, su Valor Actual Neto en un año dado y la rentabilidad anual de la inversión.

2.12. Evaluación económica o social

En contraste, si se requiere medir el impacto desde el punto de vista colectivo, se utilizan las herramientas de la evaluación económico-social en un enfoque macroeconómico (Infante-Villareal, 1984).

La base del estudio económico son los costos totales y la inversión inicial cuyo origen son los estudios de mercado y el de ingeniería, ya que los costos e inversión inicial, dependen de la producción planteada y la tecnología seleccionada (Abreu-Beristain, 2006).

Los llamados indicadores de rentabilidad utilizados para evaluar la viabilidad de una inversión, permiten aceptar o rechazar el proyecto, además de efectuar comparaciones de proyectos alternativos.

2.13. Indicadores

Un indicador es una herramienta de medición de objetivos (mide, no evalúa) utilizada para administrar un proyecto o programa y permite saber en que punto se está entre la situación inicial y la situación deseada (De La Fuente Olgún, 2004). Por lo que en medición de los proyectos de inversión existen indicadores de acuerdo al tipo de evaluación en los que se harán uso de ellos.

En la literatura, los indicadores para la evaluación de proyectos, son diversos y su clasificación es de acuerdo a los autores, la siguiente clasificación es de acuerdo a la mayoría de los autores consultados.

Cuadro 2. Clasificación de la evaluación en el proyecto de inversión.

Evaluación financiera o privada	Evaluación económica o social
Valor Actual Neto (VAN)	Punto de Equilibrio (PE)
Tasa Interna de Retorno (TIR)	
Periodo de recuperación del capital	Relación Beneficio Costo (B/C)
Índice de Rentabilidad (IR)	Análisis de sensibilidad

Fuente: elaboración propia.

Los indicadores de mayor uso en la interpretación para la evaluación de un proyecto de inversión son:

2.13.1 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto es el valor actual de los flujos de efectivo netos de una propuesta de inversión. Entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para actualizar los flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa-oportunidad, que es una medida de rentabilidad mínima exigida por el proyecto permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios (Mete, 2014).

En la evaluación de un proyecto con la metodología tradicional, existen dos criterios para los resultados del Valor Actual Neto como muestra el Cuadro 3.

Cuadro 3. Criterio del Valor Actual Neto (VAN).

Valor Actual Neto	El proyecto de inversión
Positivo	Se acepta
Negativo	Se rechaza

Fuente: elaboración propia con información de Cadeza-Espinosa *et al.*, (2017).

La evaluación financiera tradicional de un proyecto considerando el Valor Actual Neto (VAN) consiste en estimar los beneficios y los costos en cada periodo y obtener el flujo de efectivo que será actualizado al periodo de inicio al usar una tasa de descuento y al resultado obtenido, se le resta la inversión inicial (Cadeza-Espinosa *et al.*, 2017).

Infante-Villareal (1984), lo describe simplemente como “el valor medido en dinero de hoy”

2.13.2 Tasa Interna de Retorno

Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto. Es decir: es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que éste será igual a cero (Mete, 2014).

Infante (1984), lo describe “cuando el resultado del VAN es igual a cero evidencia que los dineros invertidos en el proyecto ganan un interés idéntico a la tasa de descuento utilizada en los cálculos realizados”.

2.13.3 Relación Beneficio Costo (B/C)

La relación Beneficio – Costo, se calcula dividiendo, el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos. Utilizando como tasa de descuento la que refleja el costo de los fondos (FONCREI, 2000).

Su formula es:

$$\text{Beneficio} \div \text{Costo} = \frac{VPB}{VPC}$$

Donde: VPB = Valor Presente de los Beneficios

VPC = Valor Presente de los Costos

La relación beneficio costo debe considerarse como una función de la tasa de interés que se utiliza en los cálculos del VAN de los ingresos y egresos tomando en cuenta la tasa de interés (Infante-Villareal, 1984) y se pueden presentar los siguientes parámetros como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros de la Relación Beneficio Costo (B/C).

Valor	Descripción	Proyecto de inversión
> 1	El VAN de los ingresos es superior al VAN de los egresos	Se acepta
B/C(i) = 1	El VAN de los ingresos es igual al VAN de los egresos	Indiferente
< 1	El VAN de los ingresos es menor que en VAN de los egresos	Se rechaza

Fuente: elaboración propia con información de Infante-Villareal (1984).

2.13.1 Punto de Equilibrio (PE)

Es una técnica útil para estudiar la relación de los costos fijos, los costos variables y los beneficios. Es el nivel de producción en el que los beneficios (ventas) son iguales a los costos (fijos y variables)(Baca-Urbina, 2006).

El Punto de Equilibrio es en donde el beneficio es igual a cero, es decir que el ingreso será igual al costo total (FONCREI, 2000).

La utilidad del Punto de Equilibrio es para conocer el punto mínimo de producción para la operación y no generar pérdidas

2.13.2 Análisis de Sensibilidad

Los proyectos en general, son sensibles al movimiento de valores máximos y mínimos en un grupo de variables, como puede ser el precio del producto, algún costo, tasa de descuento, tipo de cambio, etc., durante un tiempo para determinar su comportamiento histórico (Roura y Cepeda, 1999).

El análisis de sensibilidad como instrumento para identificar el riesgo tiene debilidades, pero es una herramienta útil para orientar al analista para la orientación del escenario proyectado.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. Hipótesis

El asociar el cultivo de langostino con el cultivo preestablecido de tilapia incrementa la rentabilidad.

3.2. Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Evaluar el proyecto de inversión para la producción del policultivo tilapia-langostino a través del método de Flujo de Caja Descontado para determinar la factibilidad del proyecto.

3.2.2 Objetivos particulares

- I. Actualizar el proyecto de inversión de producción de tilapia.
- II. Determinar el Punto de Equilibrio (PE) de la producción de tilapia.
- III. Realizar la corrida financiera del proyecto de producción del policultivo Tilapia-Langostino.
- IV. Establecer un escenario óptimo para la producción del policultivo para la optimización de los recursos disponibles.
- V. Evaluación de los indicadores de rentabilidad: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (B/C) del policultivo tilapia-langostino

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se propone la producción del policultivo tilapia-langostino, utilizando una corrida financiera creada originalmente sobre la producción de tilapia con la finalidad de ingresarlo a las instancias de gobierno correspondientes para someterlo a evaluación para su financiamiento, siendo evaluado con el método de Flujo de Caja Descontado.

La evaluación emplea la metodología para el análisis del proyecto de inversión, el método tradicional (Flujo de Caja Descontado) y con ello justificar la inversión en la actividad productiva acuícola con una alta rentabilidad.

4.1. Actualización del proyecto de inversión de tilapia

Tomando como base el proyecto antes mencionado, se procedió a verificar y actualizar los costos de los conceptos que integran el proyecto, una vez actualizado se efectuó la modificación de conceptos como ciclos de alimentación, mortalidad, tasa de descuento y precio de venta (constante durante el periodo de análisis), así como los precios de insumos, para obtener indicadores que se adecuen a un mejor escenario para realizar el análisis.

4.2. Punto de Equilibrio (PE) de la producción de tilapia

Para la introducción del langostino en los estanques, se modificó la variable de tilapias por m^3 y se determinó una disminución de la carga productiva de ella a Punto de Equilibrio, en donde se hará uso de los mismos recursos de infraestructura, agua, energía eléctrica y mano de obra.

Obteniendo en Punto de Equilibrio por volumen de producción por m^3 de la siguiente forma:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{CF}}{\left(\frac{\text{CV}}{\text{VTV}}\right)}$$

Donde: CF = Costos Fijos
 CV = Costos Variables
 VTV = Valor Total de Ventas

Cabe mencionar que, una vez obtenido el resultado del punto de equilibrio, para determinar las unidades de producción por m³, el punto de equilibrio es en base a la Relación Beneficio Costo igual a 1 (B/C=1) en unidades producidas, por lo que se realizó la siguiente operación

$$\text{PE}^* = \frac{\text{PE}}{(\text{m}^3\text{e} * \text{TE})} * \text{PT}$$

Donde: PE* = Punto de Equilibrio por m³
 M³e = m³ de cada estanque
 TE = Total de estanques
 PT = Peso promedio por tilapia

4.3. Corrida financiera del policultivo

Una vez obteniendo el Punto de Equilibrio, se procede a establecer la corrida financiera del policultivo en una hoja de cálculo, con todos los conceptos necesarios para determinar los indicadores de rentabilidad para determinar la factibilidad del proyecto.

4.4. Escenario óptimo para el policultivo

Para concluir con la evaluación se aplicará un análisis de sensibilidad de 12 escenarios posibles, con el objetivo de visualizar el mayor beneficio en la producción del policultivo. Para dicho análisis se iniciará con un número de tilapias por m^3 en donde el Punto de Equilibrio será definido para ser el número mayor de individuos para el último escenario (escenario 12).

El número de langostinos se iniciará con cero para el primer escenario y posteriormente aumentará a cinco individuos por m^2 en el segundo escenario; posteriormente incrementa el número de langostinos de uno en uno, hasta llegar a 15 langostinos por m^2 ; y con ello determinar la rentabilidad del proyecto del policultivo tilapia-langostino.

4.5. Cálculo de los proyectos de producción

El objetivo económico que se persigue con el proyecto, es incrementar el valor de la producción y disminuir los costos; para obtener incrementos en las utilidades de los productores. Por lo que el análisis del proyecto del policultivo arrojará los resultados de los indicadores de rentabilidad y con ellos determinar si el proyecto tiene factibilidad económica con datos apegados a la realidad.

A continuación se describe la metodología para cada indicador en la hoja de cálculo.

4.5.1 Inversión

La inversión del proyecto base (producción de tilapia), se determina con la sumatoria de los activos fijos y los activos diferidos para iniciar el proyecto.

Para el presente proyecto, la inversión se considera como la sumatoria de los costos fijos, los activos diferidos y el capital de trabajo, que en este caso se considerara dentro de los costos de operación.

$$\text{Inversión} = \sum_{t=0}^T CF + AD$$

Donde: CF = Costos fijos
AD = Activos diferidos

4.5.2 Costos de operación

Los costos de operación es la suma de los costos que se requieren para operar el proyecto en un ciclo de producción en el presente caso se considerarán dos ciclos de producción, para expresarlos en periodos por años. Los costos de operación tienen una relación directa en el incremento o decremento del número de individuos considerado como producto final.

Los costos de producción se dividen en costos fijos y costos variables.

$$\text{Costos de operación} = \sum_{t=0}^T CF + CV$$

Donde: CF = Costos fijos
CV = Costos variables

4.5.3 Presupuesto de ingresos

Para determinar el presupuesto de ingresos en el periodo de análisis de proyecto de producción de tilapia, así como el proyecto de producción del policultivo tilapia-langostino, se determina con la sumatoria de los ingresos de los 5 años, ellos se obtienen multiplicando los kg de tilapia por el precio constante en cada uno de los años; representado lo anterior, con la siguiente fórmula

$$\text{Ingreso} = \sum_{t=0}^T Kgp_1 * p + Kgt_2 * p + \dots + Kgt_n * p$$

Donde: Kgp_n = Kg de producto en el periodo n
 p = Precio constante del producto

El precio constante se obtuvo de la página del Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) en agosto de 2018.

Recordemos que los proyectos son independientes y por lo tanto se realizarán los cálculos para cada uno de los proyectos por separado.

4.5.4 Valor Actual Neto (VAN)

Para poder emplear la fórmula para obtener el indicador de VAN, es necesario aplicar una tasa de descuento, que en este caso será del 10%, dado que es la sugerida por la mayoría de instancias gubernamentales para la solicitud de apoyos al financiamiento.

Para determinar el principal indicador financiero del proyecto es mediante la ecuación de la sumatoria de los beneficios totales actualizados menos la sumatoria de los costos totales actualizados de los 5 años, que es el periodo de análisis u horizonte y se calcula en el periodo base 0 tanto para el proyecto de tilapia, como para el proyecto de policultivo.

$$VAN = \sum_{t=0}^T Bt (1 + r)^{-t} - \sum_{t=0}^T Ct (1 + r)^{-t}$$

Donde: BT = Beneficios totales actualizados
 CT = Costos totales actualizados
 $(1 + r)^t$ = Tasa de actualización, $r = 10\%$ = tasa de descuento
 t = años de evaluación del proyecto (horizonte)

4.5.5 Relación Beneficio Costo (B/C)

En la obtención de la Relación Beneficio/Costo es con la sumatoria de los beneficios totales actualizados entre la sumatoria de los costos totales actualizados

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^T Bt (1 + r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T Ct (1 + r)^{-t}}$$

Donde: BT = Beneficios totales actualizados
 CT = Costos totales actualizados
 $(1 + r)^t$ = Tasa de actualización, $r = 10\%$ = tasa de descuento
 t = años de evaluación del proyecto (horizonte)

4.5.6 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para interpolar la Tasa Interna de Retorno es la tasa menor actualizada más la tasa mayor de actualización menos la tasa menor de actualización por el resultado del flujo de fondos actualizados a la tasa menor entre el flujo de fondos actualizados a la tasa menor menos el flujo de fondos actualizados a la tasa mayor.

$$TIR = I_1 + (I_2 - I_1) * SFFA_1 / (SFFA_1 - SFFA_2)$$

Donde: I_1 = Tasa menor de actualización

I_2 = Tasa mayor de actualización

$SFFA_1$ = Flujo de fondos actualizados de la tasa menor

$SFFA_2$ = Flujo de fondos actualizados de la tasa mayor

4.5.7 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se realiza obteniendo un nuevo flujo de costos y beneficios en donde se modifican algunas de las variables que pueden presentar un mayor riesgo y con ello se observa la rentabilidad del proyecto bajo condiciones diferentes de capacidad de carga en los estanques.

Al modificar las variables se observan los cambios en los principales indicadores de rentabilidad, al igual que el grado de sensibilidad que tiene el proyecto en cada variable modificada.

Para el análisis de sensibilidad del policultivo tilapia-langostino, se realizaron inicialmente 12 escenarios, para variar el número de individuos de cada

especie para lograr la mayor rentabilidad de acuerdo a la carga de producción por estanque.

El primer análisis de sensibilidad realizado (Cuadro 5), se hizo iniciando con una carga de 11 tilapias por m³ y aumentando de una en una hasta llegar a 22 tilapias, así mismo, se inició con cargas de langostino (correspondiendo a cada incremento de unidad de tilapia), de cero langostinos para 11 tilapias y 5 langostinos para 12 tilapias, aumentando un langostino por m² hasta 15; presentando los siguientes escenarios en relación tilapia-langostino:

Cuadro 5. Escenarios para el análisis de sensibilidad de la investigación.

Escenarios	Tilapia/m³	Langostino/m²
1	11	1
2	12	5
3	13	6
4	14	7
5	15	8
6	16	9
7	17	10
8	18	11
9	19	12
10	20	13
11	21	14
12	22	15

Fuente: elaboración propia.

Esto con el objeto de observar el comportamiento de los indicadores para posteriormente, establecer cargas mayores al Punto de Equilibrio del proyecto de tilapia.

Cabe mencionar que a partir de este punto los escenarios se presentaran con la combinación de las especies, siendo el primer número para expresar la cantidad de tilapias por m³ y el segundo número para describir los langostinos

por m^2 . Como un ejemplo de ello, si se menciona el escenario (22-15), se refiere a 22 tilapias por m^3 y 15 langostinos por m^2 .

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Resultados de los proyectos de producción

Como anteriormente se ha mencionado, se realizó una actualización a la corrida financiera que ya estaba propuesta para la solicitud de recursos financieros. La corrida financiera se muestra en el Anexo 1. A continuación se presentan los indicadores financieros obtenidos de la corrida original, como de la corrida actualizada.

Las variables que se mantuvieron sin modificación en las dos corridas financieras (original y actualizada) fue: el número de tilapias por metro cuadrado (40 tilapias) y tasa de descuento (10%) con el objetivo de iniciar la investigación.

En contraparte, las variables modificadas a partir de la corrida financiera original, se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Variables modificadas.

Concepto	Proyecto	
	Original	Actualizado
Alimento balanceado kg/tilapia	0.650	0.732
Precio del alimento \$/kg	15.00	14.74
Precio por jornal \$/8 h	100	250
Porcentaje de mortalidad de tilapia %	0	10
Peso por tilapia kg/pez	0.500	0.480
Precio por kg de tilapia \$/kg	48.00	55.00

Fuente: elaboración propia con información de corrida financiera original,.

5.1.1 Inversión

La inversión del proyecto base (producción de tilapia), se adquirirá la infraestructura para la producción de tilapia que consta con 10 estanques de

geomembrana de 12 metros de diámetro con equipo de hidráulico y oxigenación cada uno de los estanques; además de implementos para su producción (Anexo 1).

Inversión total del proyecto de producción tilapia \$ 1, 442,485.00

Para el proyecto de policultivo la inversión se reduce considerablemente, ya que la mayor parte de la inversión se aplicó en la infraestructura de los estanques, la cual está cubierta por el proyecto de producción de tilapia, por lo que la inversión para el policultivo es para el resguardo de los langostinos e implementos, siendo un aumento de \$32,540.00 para complementar la infraestructura para la producción del policultivo (Anexo 2), siendo un total de:

*Inversión total del proyecto de producción policultivo
tilapia-langostino* \$ 1, 475,025.00

5.1.2 Costos de operación

Para el proyecto base los costos fijos se consideran la mano de obra y el capital de trabajo, los costos variables están representados por las crías de tilapia con un peso inicial de 10g y alimento balanceado considerado en cada una de las etapas de engorda de la tilapia (Anexo 3).

Costos de operación del proyecto de producción tilapia \$ 793,532.39

Para el proyecto del policultivo el costo fijo, no se considera ninguno ya que los recursos son aprovechados del proyecto de producción de tilapia, por otro lado,

los costos variables son considerados por la postlarva de langostino con un peso inicial para la siembra de 1g y el alimento balanceado para cada una de las etapas de engorda del langostino (Anexo 4), obteniendo costos de operación para la producción del policultivo tilapia-langostino de:

<i>Costos de operación del proyecto de producción policultivo tilapia-langostino</i>	<i>\$ 881,256.42</i>
--	----------------------

5.1.3 Presupuesto de ingresos

Para determinar el ingreso de cada ciclo contable, el peso promedio de las tilapias en 6 meses de producción, desde la siembra hasta la cosecha es de 480 g por individuo, esto equivale a un peso de cosecha de 10 estanques de

10,837 kg de tilapia en un ciclo productivo, lo que da un peso total anual de 21,674 kg, ya que se pretenden dos ciclos de producción por año; multiplicado por el precio promedio en la zona de \$55.00 por kilogramo de tilapia, y la sumatoria de cada periodo en 5 años de horizonte del proyecto.

Para obtener los ingresos de langostino, se obtiene en cosecha, individuos de 40 g obteniendo 476 kg en cada ciclo productivo y un peso total anual de 951 por un precio promedio en la zona de \$350.00 por kilogramo, estimando:

<i>Ingresos del proyecto de producción tilapia</i>	<i>\$ 5,906,739.00</i>
<i>Ingresos del proyecto de producción policultivo tilapia- langostino</i>	<i>\$ 7,625,090.34</i>

Obteniendo en el proyecto de tilapia de ingresos anuales 1,718,351.34 pesos menos que un ciclo productivo del policultivo tilapia-langostino.

5.1.4 Valor Actual Neto (VAN)

Dado que en el proyecto de producción de tilapia en donde la inversión fue mucho mayor que en el proyecto de producción del tilapia-langostino, el Valor Actual Neto, es mayor en el resultado en la producción del policultivo.

Cabe mencionar que el VAN de proyecto de producción de tilapia se calculó con el Punto de Equilibrio, esto es 22 tilapias por metro cúbico y así de la misma forma para todo el proyecto en la obtención de los indicadores. En cuanto al proyecto de producción del policultivo, para obtener los indicadores se tomó el escenario 22-15, lo que significa que: se producirá 22 tilapias por m³ y 15 langostinos por m².

Valor Actual Neto del proyecto de producción tilapia \$ 27,638.25

*Valor Actual Neto del proyecto de producción
policultivo tilapia-langostino* \$ 965,338.16

5.1.5 Relación Beneficio / Costo (R/B)

El resultado para la producción de tilapia, recordemos que es en base al Punto de Equilibrio, es decir, de 22 tilapias por m³

Relación Beneficio Costo del proyecto de producción

tilapia 1.01

*Relación Beneficio Costo del proyecto de producción
policultivo tilapia-langostino* 1.20

Claramente se observa que la relación Beneficio/Costo, es mayor en la producción del policultivo, obteniendo 20 centavos por cada peso invertido.

5.1.6 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La diferencia tan grande que se observa entre las Tasas Internas de Retorno, es debido a las inversiones de cada uno de los proyectos, ya que el proyecto con la mayor inversión es el de producción de tilapia.

*Tasa Interna de Retorno del proyecto de producción
tilapia* 10.75%

*Tasa Interna de Retorno del proyecto de producción
policultivo tilapia-langostino* 33.26%

5.1.7 Análisis de sensibilidad

Los resultados obtenidos en el Cuadro 7, los indicadores de rentabilidad en corrida financiera actualizada, se observa un incremento en el VAN y TIR, esto debido a la sensibilidad relacionadas a las variables de kg de alimento balanceado, teniendo una disminución con respecto a la corrida original; al

precio del alimento, siendo menor al precio del alimento en la corrida original y el precio del kg de tilapia, que tuvo un aumento en relación al precio de la corrida original.

Cuadro 7. Indicadores de rentabilidad de corrida original y corrida actualizada.

Concepto	Proyecto	
	Original	Actualizado
Valor Actual Neto \$	2,321,428.64	3,460,335.17
Beneficio / Costo	1.95	1.74
Tasa Interna de Retorno %	67.54	85.59
Inversión \$	1, 442,485.00	1, 442,485.00

Fuente: elaboración propia.

5.2. Punto de Equilibrio (PE) de la producción de tilapia

Una vez definidos los indicadores de rentabilidad, se procede a hacer el análisis de sensibilidad para obtener el Punto de Equilibrio de la producción de tilapia (Cuadro 8), cabe mencionar, que ya no se modificó ninguna variable a excepción del número de tilapias por m³.

Es importante comentar que el Punto de Equilibrio es en base a la Relación Beneficio/Costo y que se redondeó al número más cercano del resultado obtenido, esto por ser calculado para individuos por m³.

Cuadro 8. Punto de Equilibrio.

Concepto	Valor
Punto de Equilibrio tilapias/m ³	22

Fuente: elaboración propia

Se considera el escenario 22-15 el adecuado (Cuadro 9) ya que, reforzando el comentario de Ponce-Marbán (2005) donde afirma que la producción del policultivo es viable para elevar la rentabilidad, por lo que se plantean diferentes escenarios con relación B/C de 1.20, obteniéndose en los escenarios 25-10 y 30-1.

Cuadro 9. Comparativo de escenarios con B/C = 1.20.

Concepto	Escenario		
	22-15	25-10	30-1
Relación Beneficio Costo (B/C)	1.20	1.20	1.20
Utilidad \$	643,761.65	654,576.90	661,702.68
Costos de Operación \$	881,256.42	863,522.67	986,021.40

Fuente: elaboración propia.

Se determina el escenario 22-15 el óptimo por las siguientes razones:

Se observa que, en los cálculos para el escenario 25-10 el incremento en costos de operación son mayores, esto representa un incremento de \$ 69,990.28 mayor al escenario 22-15 siendo este último el escenario óptimo; así mismo se obtiene un incremento de utilidad anual de \$10,815.24,

Con respecto al escenario 30-1 presenta una utilidad mayor pero también con costos de operación mayores en comparación con los escenarios 22-15 y 25-10 incrementándose estos costos en \$ 192.489.01 pesos en comparación con el óptimo (22-15) y alcanzando una utilidad anual adicional a la del óptimo \$17,941.03.

Por lo que los resultados demuestran que con los escenarios 25-10 y 31-1 no son convenientes para la producción del policultivo tilapia langostino, ya que los de operación se elevan significativamente, pero ello sin tener una relación proporcional a los las utilidades como se muestra en la Figura 3.

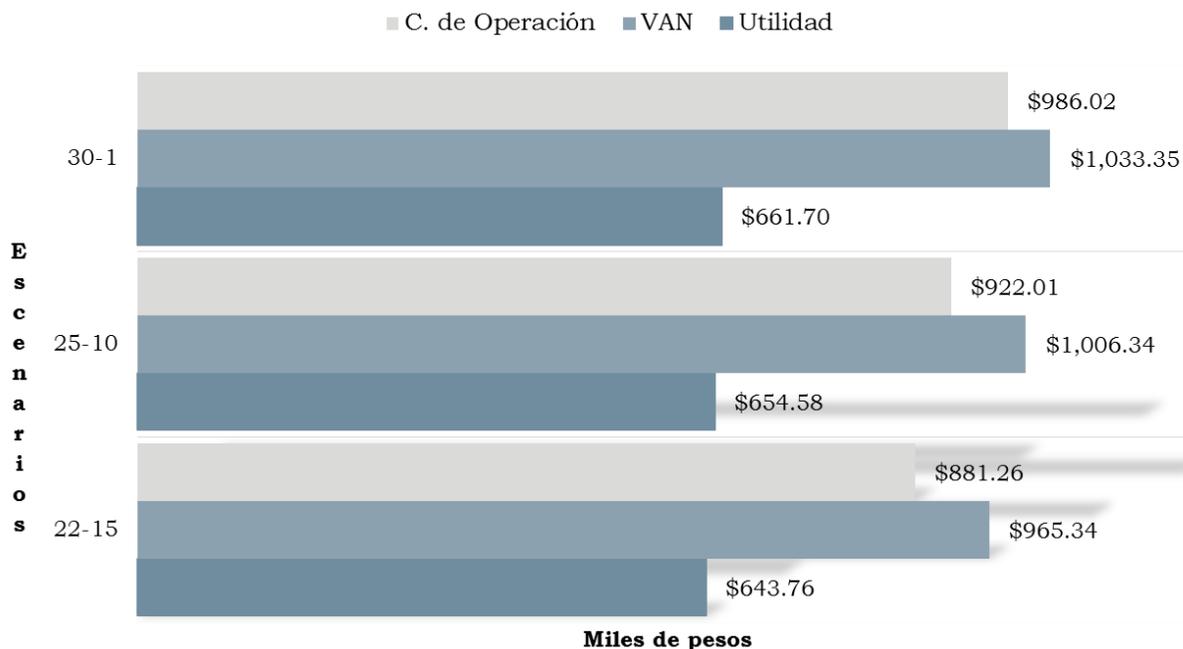


Figura 3. Relación tilapia-langostino en diferentes escenarios con B/C=1.20.
Fuente: elaboración propia.

5.3. Corrida financiera del proyecto de policultivo tilapia-langostino

Ya definido el Punto de Equilibrio de la producción de tilapia, se procede a formular el proyecto de policultivo tilapia-langostino, que será agregado a los datos de la corrida del monocultivo (el que se muestra en el Anexo 2), obteniendo los indicadores mostrados en el Cuadro 10 con una carga de 22 tilapias por m³ y 15 langostinos por m².

Cuadro 10. Indicadores de rentabilidad de la producción del policultivo tilapia-langostino.

Concepto	Valor
Valor Actual Neto \$	965,338.16
Beneficio / Costo	1.20
Tasa Interna de Retorno %	33.26
Inversión \$	1,475,025.00
Costos de operación \$	881,256.42
Horizonte del proyecto años	5

Fuente: elaboración propia.

Para realizar la corrida financiera para el policultivo, se tomó el escenario 22-15 (22 tilapias por m³ y 15 langostinos por m²), siendo la especie predominante la tilapia, tal como lo menciona García-Guerrero *et al* (2013).

Haciendo una simulación de kg de cosecha por año, se observa en la Figura 4, que los rendimientos son mayores en el policultivo, tomando como base para el monocultivo 22,625.04 kg y el policultivo 22,625.01 kg. En términos de ventas es notable el incremento en ventas \$ 280,640.63 y en utilidad de \$ 196,895.78 en la producción del policultivo tilapia-langostino, atendiendo al comentario realizado por Alvarez-Torres *et al* y Asiain-Hoyos *et al*.

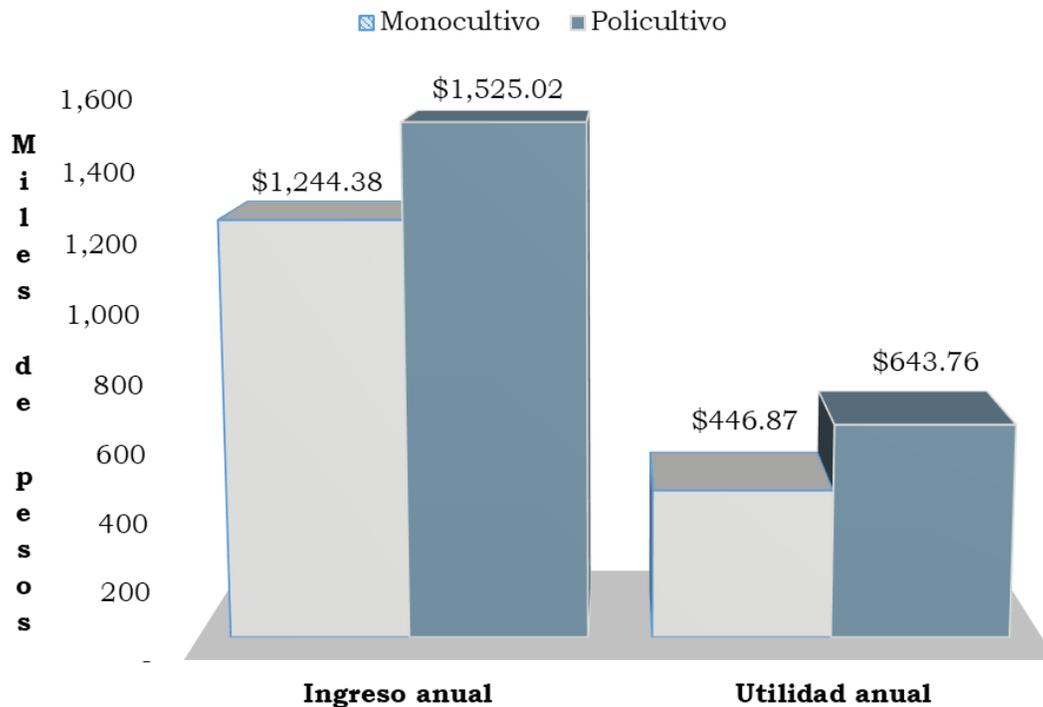


Figura 4. Rendimiento por cultivo.
Fuente: elaboración propia.

5.4. Escenario óptimo para la producción del policultivo tilapia-langostino

Para establecer el escenario óptimo para la producción del policultivo, se realizó un análisis de sensibilidad, modificando las variables de número de tilapia por m³ y número de langostinos por m².

Es importante resaltar que, en la producción de tilapia se menciona en metros cúbicos (m³) ya que ésta se desarrolla tomando en cuenta la cantidad de agua y en la producción de langostino se hace referencia a metro cuadrado (m²), ya que su producción es en el fondo del estanque. Los escenarios planteados se muestran en el Cuadro 11 en donde la inversión se mantiene constante en cada uno de los escenarios propuestos, siendo de \$ 1,475,025.00.

Cuadro 11. Análisis de sensibilidad para la producción del policultivo tilapia-langostino.

Escenarios	Tilapia/m ³	Utilidad anual de tilapia	Langostino/m ²	Utilidad anual de policultivo	VAN	TIR	B/C	Costos de operación
11-1	11	-\$ 165,568.79	1	\$ 75,474.39	-\$1,188,917.68	-33.12%	0.66	\$ 542,749.64
12-5	12	-\$ 115,261.19	5	\$ 171,726.21	-\$ 824,047.57	-15.69%	0.78	\$ 589,472.81
13-6	13	-\$ 64,953.59	6	\$ 218,929.75	-\$ 645,108.99	-9.18%	0.83	\$ 618,651.17
14-7	14	-\$ 14,645.99	7	\$ 266,133.30	-\$ 466,170.42	-3.34%	0.88	\$ 647,829.53
15-8	15	\$ 35,661.61	8	\$ 313,336.84	-\$ 287,231.85	2.04%	0.93	\$ 677,007.89
16-9	16	\$ 85,969.21	9	\$ 360,540.39	-\$ 108,293.28	7.08%	0.97	\$ 706,186.25
17-10	17	\$ 136,276.81	10	\$ 407,743.93	\$ 70,645	11.86%	1.02	\$ 735,364.61
18-11	18	\$ 186,584.41	11	\$ 454,947.47	\$ 249,583.87	16.42%	1.06	\$ 764,542.97
19-12	19	\$ 236,892.01	12	\$ 502,151.02	\$ 428,522.44	20.82%	1.10	\$ 793,721.33
20-13	20	\$ 287,199.61	13	\$ 549,354.56	\$ 607,461.01	25.08%	1.13	\$ 822,899.69
21-14	21	\$ 337,507.21	14	\$ 596,558.11	\$ 786,399.59	29.22%	1.17	\$ 852,078.05
22-15	22	\$ 387,814.81	15	\$ 643,761.65	\$ 965,338.16	33.26%	1.20	\$ 881,256.42

Fuente: . elaboración propia.

Analizando los datos por concepto del Cuadro 11, observamos que: en la producción de monocultivo (de 11 a 22 tilapias por m³) al inicio de la secuencia, se obtienen datos negativos, eso quiere decir que en la producción de 11 hasta 14 tilapias por m³, no se obtiene ninguna utilidad, sino que hay pérdida en su producción y a partir de 15 tilapias, se obtienen utilidades, incrementando hasta \$387,824.81 en 22 tilapias. Sin embargo, en la producción de policultivo se obtienen utilidades desde el inicio de la secuencia (12-1), llegando a \$643,761.65 de utilidades en el escenario 22-15; obteniendo una relación beneficio costo de 1.20.

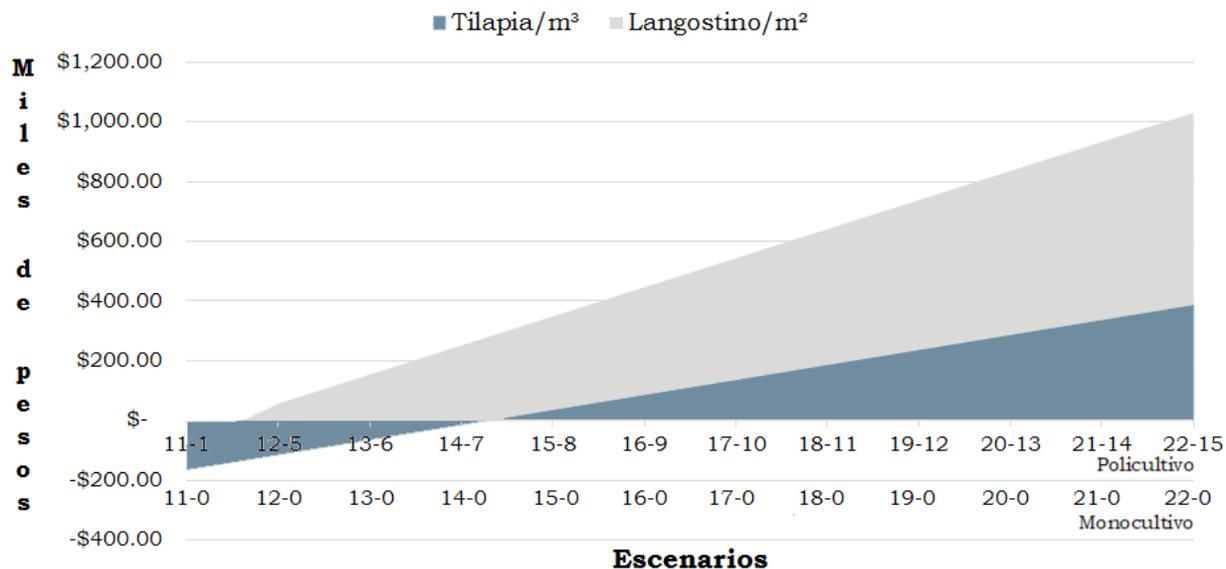


Figura 5. Utilidad anual del monocultivo y policultivo.
Fuente: elaboración propia.

Resumidamente, con un incremento de la inversión de \$ 32,540.00 con respecto a la inversión original del monocultivo, así como un incremento en los costos de operación de \$ 87,724.03 anuales, se obtiene una utilidad neta de \$255,936.84 mayor que en la producción del monocultivo (Figura 5); con ello se corrobora el comentario de Espinosa-Chaurand *et al* (2011), en donde comenta que los ingresos por producción de tilapia pueden compensar los gastos operacionales del policultivo, obteniendo un margen de ganancia neta, en la producción del langostino en éste caso.

La Relación Beneficio/Costo (Figura 6) que presenta cada uno de los escenarios propuestos, muestra un incremento de 5 puntos por el aumento de un individuo por especie, hasta llegar al óptimo propuesto de 22 tilapias por m³ y 15 langostinos por m², sin llegar a exceder la carga para evitar factores que alteren el desarrollo de ellos.

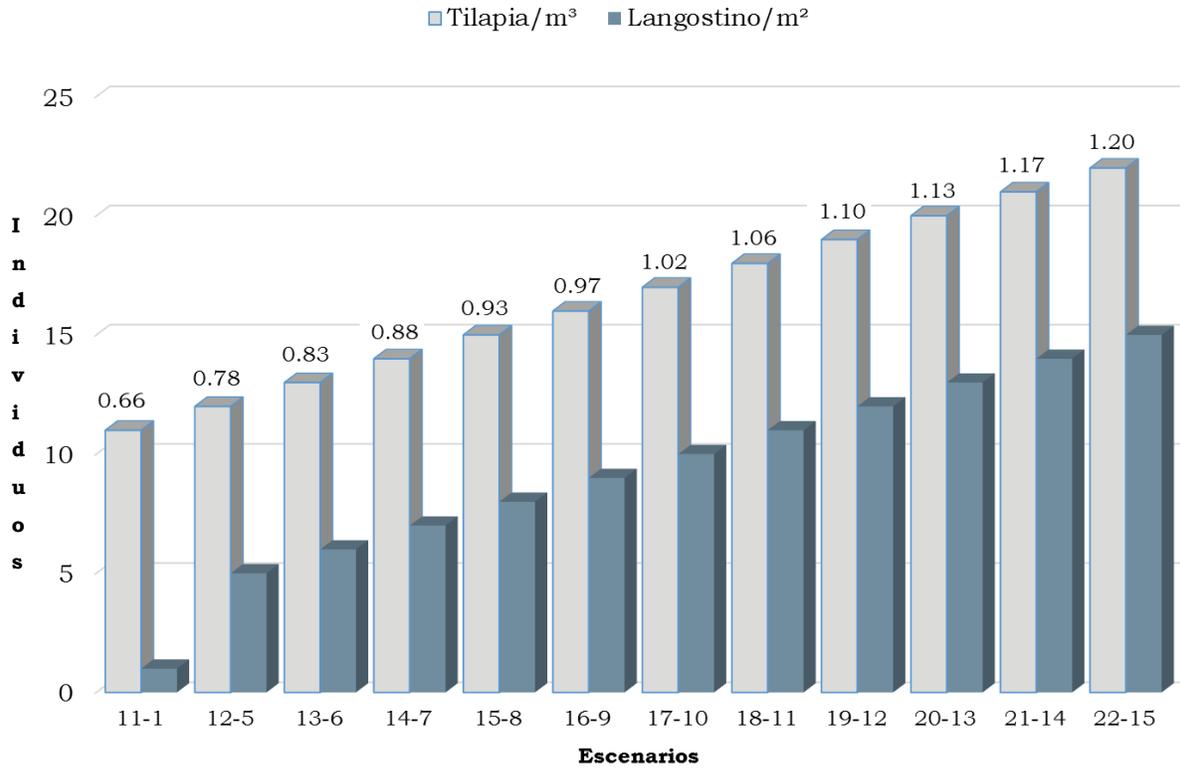


Figura 6. Relación Beneficio/Costo del policultivo.
Fuente: elaboración propia.

5.5. Evaluación de los indicadores de rentabilidad del policultivo tilapia-langostino

Los resultados de los indicadores de rentabilidad del proyecto del policultivo con el escenario 22-15 con un horizonte a 5 años (Cuadro 12), se observa que son favorables para plantear la propuesta de inversión para la producción del policultivo tilapia-langostino afirmando el comentario de Abreu-Beristain (2006), ya que es una alternativa para el productor de tilapia en la obtención de mayores rendimientos en la producción por ciclo, tal como lo menciona “haciendo con ello una actividad rentable”.

Cuadro 12. Indicadores de rentabilidad del policultivo tilapia-langostino.

Concepto	Valor
Valor Actual Neto \$	965,338.16
Beneficio / Costo	1.20
Tasa Interna de Retorno %	33.26

Fuente Elaboración propia.

En la Figura 7 se muestra que el policultivo es rentable y una opción para la obtención de mayor utilidad para el productor, ya que esta es aún mayor que los costos de operación, cabe recordar que la utilidad lo que resulta de los ingresos menos los costos.

Por otra parte, el VAN es mayor que los costos de operación pero está muy cerca de la inversión, por lo que se garantiza una amortización total del proyecto en tres años; otro aspecto observable es que el VAN cruza el eje de los escenarios (abscisa) entre los escenarios 16-9 y 17-10, esto significa que la tasa de descuento, utilizada para actualizar el flujo de fondos (10%) es igual a la TIR obtenida en ese punto.

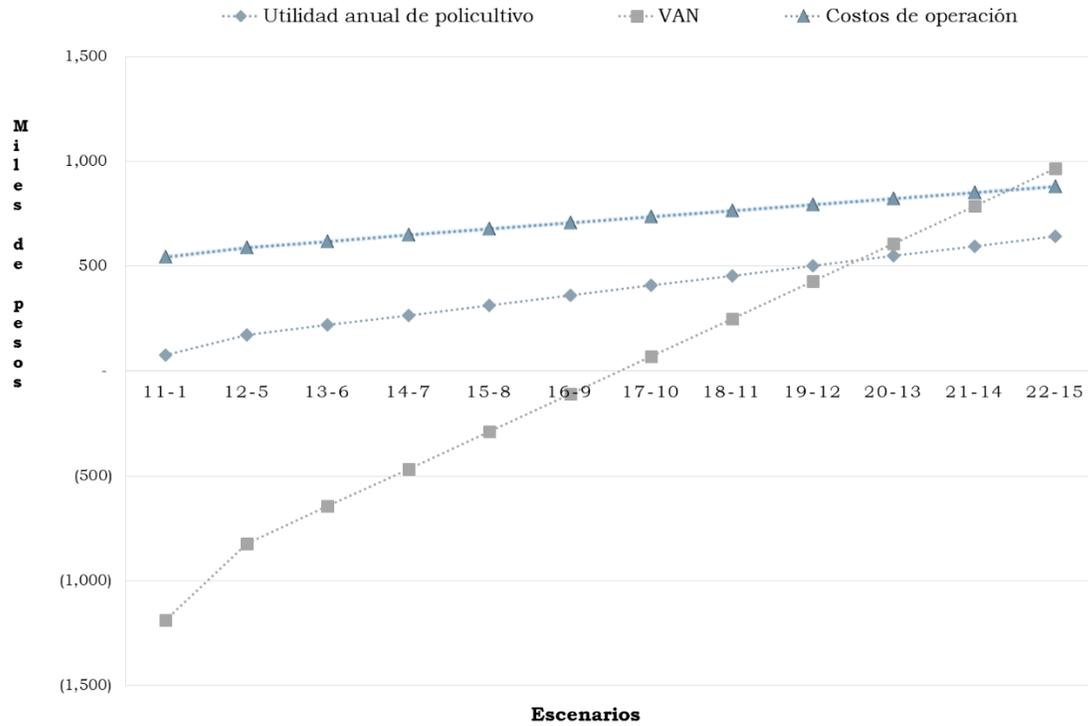


Figura 7. Indicadores del policultivo.
Fuente: elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

- Se determina como mejor escenario de producción del policultivo, el 22-15 (tilapias-langostinos respectivamente) para realizar el análisis del proyecto de inversión de dicho proyecto tilapia-langostino.
- Los resultados obtenidos en el análisis del proyecto de inversión del policultivo tilapia-langostino, son favorables para plantear la propuesta de inversión para su producción, puesto que los resultados arrojan la factibilidad para su puesta en marcha y crear una alternativa para el productor de tilapia para incrementar los ingresos en ciclo productivo.
- El proceso de actualización del proyecto de inversión de producción de tilapia, llevó a un resultado real al entorno del productor de tilapia de la zona de investigación, con el objeto de presentar resultados efectivos.
- Con la obtención del Punto de Equilibrio se determina la base para el análisis del policultivo tilapia-langostino. Dando cabida a la creación de la corrida financiera del policultivo tilapia-langostino con datos reales y actuales para establecer diversos escenarios para obtener el mejor escenario de acuerdo a la disponibilidad de los recursos.
- Por lo que la evaluación del proyecto de inversión para la producción del policultivo tilapia-langostino, es factible económicamente para llevarlo a cabo, ya que se obtuvo información que brinda la oportunidad a los productores para que puedan tomar una decisión y de reinversión y con ello obtener el mayor beneficio de su agroecosistema acuícola.
- Lo que se determina que el proyecto de inversión del policultivo tilapia-langostino, es viable, además de que la inversión es cubierta en su totalidad en el año 3, por lo que a partir de ese año, se pueden considerar las utilidades como ganancia o reinversión.
- Por otro lado, con una menor cantidad de biomasa en estanque se obtiene una mayor utilidad, ya que el langostino proyecta significativamente los ingresos y disminuye los costos de operación, ya

que se reduce el alimento, que es el insumo de mayor costo en el proyecto.

Concluyendo así que, al añadir la producción del langostino a la producción de tilapia, el proyecto incrementa su rentabilidad transfiriéndose en mayores utilidades para el productor.

7. LITERATURA CITADA

- Abreu-Beristain, M. 2006. Formulación y evaluación de proyectos de inversión en México. Universidad Autónoma Metropolitana. 26 pp.
- Aching Guzmán, C. 2006. Matemáticas financieras para toma de decisiones empresariales. e-libro, Corp. p. 306.
- Aguado-Manzanares, S. y A. Garrido-Colmenero. 2008. Evaluación de un seguro agrario mediante opciones reales. Revista de Economía Aplicada 16.
- Alonso, A., G. Cabañas, J. R. de la Fuente, J. F. Valdés, S. L. García-Colín, T. Garza, G. Halffter, R. Herrera, J. Martuscelli y H. N. Jaimes. 1997. El océano y sus recursos. Fondo de Cultura Económica.
- Alvarez-Torres, P., C. Ramírez-Martínez y A. Orbe-Mendoza. 1999. Desarrollo de la acuicultura en México y perspectivas de la acuicultura rural. Taller ARPE, FAO-UCT, 09 al 12 Noviembre 1999. 38p.
- Asiain-Hoyos, A. 2009. Technology transfer for commercial aquaculture development in veracruz, mexico. PhD Thesis. University of Stirling. 288p.
- Asiain-Hoyos, A., B. Fernández-Díaz, J. L. Reta-Mendiola, M. S. Delgadillo-Tiburcio, F. Platas-Guevara y C. A. Suárez-Santa-Cruz. 2013. Manual de policultivo langostino malayo - tilapia. Fundación Produce Morelos A.C. y Colegio de Postgraduados, México. 36p.
- Baca-Urbina, G. 2006. Evaluación de proyectos. G. Baca Urbina, Evaluación de proyectos 4.
- Balbuena R., E. D. 2014. Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura. FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura San José. Costa Rica.
- Benítez-Hernández, J., J. Reta-Mendiola, A. Asiain-Hoyos, O. Ruiz-Rosado, L. Campos-Arriaga y J. Montané-Azpiri. 2016. Modelo de toma de decisiones de abasto de agua en una comunidad rural. Agroproductividad 9: 1-19.
- Cabrera-Cano, G. M. 1977. Biología y cultivo de *Macrobrachium acanthurus* wiegmann (1836) en el bajo Papaloapan. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN, México. 148p.
- Cadeza-Espinosa, M., J. d. J. Brambila-Paz, L. E. Chalita-Tovar y A. González-Estrada. 2017. Evaluación financiera con la metodología de opciones reales de una inversión para producir quitosano con base en desperdicio de camarón. Agricultura Sociedad y Desarrollo 14: 533-545.

- Cai, J., P. Leung, Y. Luo, X. Yuan y Y. Yuan. 2018. Improving the performance of tilapia farming under climate variation: Perspective from bioeconomic modelling. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper: I-64.
- Calle F., M. A. y V. Tamayo B. 2009. Decisiones de inversión a través de opciones reales. Estudios Gerenciales 25: 107-126.
- CONAPESCA. 2014. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. CONAPESCA-SAGARPA, México. 260p.
- Contreras-Alvarado, M. 2012. Los inicios de la piscicultura en México: actores y redes (1883-1892). Tesis M.C. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales. IPN, México. 120p.
- Cupul-Magaña, F. G. y J. L. Cifuentes-Lemus. 2016. El primer libro formal de piscicultura en México. Piscicultura de agua dulce de Estéban Cházari (1884). Acta Pesquera 6: 1-5.
- Cházari, E. 1884. Piscicultura en agua dulce. Secretaría de Fomento, México. 828p.
- De La Fuente Olgúin, J. 2004. Caja de herramientas: ¿cómo se contruye un indicador de desempeño? Magister en Gestión y Políticas Públicas 15: 27.
- Duarte, T., R. E. Jiménez-Arias y M. Ruiz-Tibaná. 2007. Análisis económico de proyectos de inversión. Scientia et Technica 1: 333-338.
- Espinosa-Chaurand, L. D., M. A. Vargas-Ceballos, M. Guzmán-Arroyo, H. Nolasco-Soria, O. Carrillo-Farnés, O. Chong-Carrillo y F. Vega-Villasante. 2011. Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: estado del arte. Hidrobiológica 21: 98-117.
- Espinosa, J. L. 1986. El langostino: Un alimento en peligro. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Volumen X. Centro de Ecodesarrollo. México. 96p.
- Esquivel, M. L. I., A. C. Jiménez y L. A. R. Yam. 2011. Factores sociales que afectan el cultivo de tilapia en la península de yucatán. Ambiente y Desarrollo 15: 113-136.
- FAO. 2018. México produce el 25% de tilapia en América Latina. FAO "Published on the Internet:" <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1095352/>. Accessed 11 de agosto de 2018.
- Flores, P. 2010. Plan de negocios para la producción simultánea de pez de tilapia y camarón de agua dulce de la especie *Oreochromis niloticus* y *Macrobrachium rosenbergii*, en el departamento de San Vicente, El Salvador. Carrera de Administración de Agronegocio. Noviembre 2010: 64 p.
- FONCREI. 2000. Manual para la formulación y evaluación de proyectos. 96 pp.

- García-Guerrero, M. U., F. Becerril-Morales, F. Vega-Villasante y L. F. Espinosa-Chaurand. 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: Conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41: 651-675.
- García-Guerrero, M. U., F. Becerril-Morales, F. Vega-Villasante y L. D. Espinosa-Chaurand. 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: Conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41: 651-675.
- Garrido-Concha, I. A. y A. Andalaft-Chacur. 2003. Evaluación económica de proyectos de inversión basada en la teoría de opciones reales. *Revista Ingeniería Industrial*: 83-90.
- Gutiérrez-Yurruatía, P. J. 1999. La acuicultura en México: I. Época prehispánica y colonial. *Biología Informa* 29: 3-7.
- Gutiérrez-Yurruatía, P. J. 2000. La acuicultura en México: II. Época actual y perspectivas. *Biología Informa* 31: 1-8.
- Hernández-Barraza, C. A. 2011. Evaluación del crecimiento de camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*) en policultivo con tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* o *Niloticus*) bajo un sistema de recirculación de agua. *CienciaUAT* 5.
- Hernández, X. E. 1977. El agroecosistema de México: Contribuciones a la enseñanza, la investigación y divulgación agrícola. Colegio de Posgraduados. Chapingo México.
- Hishamunda, N. 2003. Desarrollo de la acuicultura en China: Función de las políticas del sector público. *Food & Agriculture Org.*
- Infante-Villareal, A. 1984. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Editorial Norma. Colombia. 401 pp.
- Jones, A. 1986. Historical background, present status, and future perspectives of the aquaculture industry on a worldwide basis. *IFAC Automation and Data Processing in Aquaculture*. 9p.
- Lorún-Núñez, R. M. 2017. Observaciones de la pesquería de langostino (*Macrobrachium* sp.) en el estado de Veracruz, México. *Ciencia Pesquera* 25: 31-34.
- Luna-Coss, S., A. Perales-Salvador y A. Lastriri-Salazar. 2018. Calentamiento global, población, alimentación y sustentabilidad: Límites en el contexto económico y social del sector agropecuario en México. *Crece Empresarial: Journal of Management and Development*.

- Massaut, L., R. Rodríguez y C. del Mar. 2004. El efecto de la tilapia sobre la producción de camarón bajo condiciones de mancha blanca. *Comunicación Científica CIVA*: 706-712.
- Mayorga Castañeda, F. J. 2011. Acuerdo por el que se da a conocer la carta nacional acuícola. *Diario Oficial* 1: 1-50.
- Mete, M. R. 2014. Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia* 7: 67.
- Nash, C. E. 2011. *The history of aquaculture*. Wiley-Blackwell. 228p.
- Navarrete-Salgado, N. A. 2017. *Chirostoma (menidia): Ecología y utilización como especie de cultivo en estanques rústicos*. *BIOCYT: Biología Ciencia y Tecnología* 10: 736-748.
- Navarrete-Salgado, N. A., E. Fernández-Guillermo, G. Contreras-Rivero y M. Rojas-Bustamante. 2000. Policultivo de carpas y tilapia en bordos rurales del estado de México. *Hidrobiológica* 10: 35-40.
- New, M. B. 1995. Status of freshwater prawn farming: A review. *Aquaculture Research* 26: 1-54.
- New, M. B. 2009. History and global status of freshwater prawn farming. pp. 1-11 *In*: New, M.B., W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D'Ábramo, M.N. Kutty (Editors). *Freshwater prawns: biology and farming*. Blackwell Publishing. 544p.
- Ortegón, E., J. F. Pacheco y H. Roura. 2005. *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. United Nations Publications.
- Pérez-Martin, A. O., J. d. J. Brambila-Paz y R. Vivar-Miranda. 2011. Aplicación del modelo binomial en la evaluación de un proyecto de inversión de Chile habanero. *Rev. Mex. de Ec. Agric. y de los Rec. Nat.* IV: 295-210.
- Platas-Rosado, D. E. y J. Vilaboa-Arroniz. 2014. La acuicultura mexicana: Potencialidad, retos y áreas de oportunidad. *Revista Mexicana de Agronegocios* 18.
- Ponce-Marbán, D. V. 2005. Viabilidad económica del policultivo de tilapia nilótica y langosta australiana en el estado de Yucatán, México.
- Rabanal, H. R. 1988. *History of aquaculture*. ASEAN/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project. Manila, Philippines. 17p.
- Robles-Berlanga, H., P. Aguilar Méndez, R. Rangel Núñez, P. Rábago Riquer, G. Rangel Faz, G. M. Álvarez López, J. Ponce Salazar, F. López Bárcenas, L. Cruz Nieva, E. Rivero Cob, S. Peña Garza, R. González Cárabes, J.

- Guzmán Flores, Carlos Menéndez Gámiz, L. Covantes Torres, M. Mayer Hernández, D. Mejía Gómez, A. Cancino y León, J. Barajas Santinelli, A. Arias Hernández, F. Solorza Luna, Núñez Rodríguez, V. V. Lira López, G. Rojano Montelongo, R. López Núñez, P. Álvarez Macedo, M. A. Blancarte Rosas, L. Pacheco Belmar, Ramírez Adame, L. Mónica J. Ramírez Laija, A. Salazar Cruz y S. H. Beatriz. 2007. Metaevaluación de programas de la sagarpa dirigidos a productos agrícolas básicos. Resultados generales. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria Cámara de Diputados LX Legislatura/Congreso de la Unión México, primera edición: agosto de 2007: 349 p.
- Roura, H. y H. Cepeda. 1999. Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural. CEPAL.
- Ruiz R., O. 2006. Agroecología y agricultura orgánica en el trópico. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 27-33 pp.
- Sanabria, Y. A. P. 2016. Historia de la acuicultura en Colombia. Revista AquaTIC.
- SIAP. 2018. Atlas agroalimentario 2018. SAGARPA "Published on the Internet:" https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018. Accessed 11 de agosto de 2018.
- Tafur-Gonzales, J., F. Alcántara-Bocanegra, M. Del Águila-Pizarro, R. Cubas-Guerra, M.-P. Luis y F. W. CHU-KOO. 2009. Paco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, chaetobranchus semifasciatus (cichlidae). Folia Amazónica 18: 97-104.
- Valencia, W. A. 2012. Los estudios de impacto ambiental y su implicancia en las inversiones de los proyectos. Industrial Data 15: 17-20.
- Ventura, M., T. Buchaca, D. Buñay, T. Larsen, S. Pla-Rabes, I. Sabas, M. Vila-Costa y A. Miró. 2014. Efecto de la introducción de peces en la conservación de anfibios y crustáceos de lagos de alta montaña. Integrative Freshwater Ecology 1: 215-230.

ANEXOS

Anexo 1. Corrida financiera del proyecto de producción de tilapia

INVERSIÓN TILAPIA

Equipo	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Total por equipo	
Activo fijo						1,360,835.0	
Estanqueria	Estanques geomembrana 12.0 m. Ø	Pza.	10.0	\$ 25,620.00	\$ 256,200.00	\$ 274,200.00	
	Estanques geomembrana 6.0 m. Ø	Pza.	2.0	\$ 9,000.00	\$ 18,000.00		
Domos térmicos	Cruz PVC 1.5 "Ø Para soporte domo	Pza.	10.0	\$ 30.00	\$ 300.00	\$ 16,300.00	
	Tubo PVC 1.5 "Ø Para soporte domo	Pza.	40.0	\$ 150.00	\$ 6,000.00		
	Plástico trasp. Cal. 1.0 mm para domo	m2	250.0	\$ 40.00	\$ 10,000.00		
Medición parametrica	Kit para calidad de agua 10 parámetros	Pza.	1.0	\$ 9,280.00	\$ 9,280.00	\$ 35,280.00	
	Medidor digital para pH	Pza.	1.0	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00		
	Oxímetro digital	Oxímetro	1.0	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00		
Biometria	Bascula digital 0.01 gr a 3.0 Kg.	Bascula	1.0	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 44,000.00	
	Trasmallo de seda s/nudos p/cria	Trasmallo	2.0	\$ 18,000.00	\$ 36,000.00		
Comercialización	Bascula digital 1.0 a 300 Kg. p/ Venta	Bascula	1.0	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 67,680.00	
	Trasmallo de seda s/nudos p/cosecha	Trasmallo	2.0	\$ 24,000.00	\$ 48,000.00		
	Red cuchara luz de malla oscura s/nudo	Pza.	4.0	\$ 500.00	\$ 2,000.00		
	Atarraya de 1/2 " de luz de malla	Atarraya	1.0	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00		
	Taras plásticas cerradas capacidad 50 Kg	Pza.	5.0	\$ 198.00	\$ 990.00		
	Taras plásticas Abiertas capacidad 50 Kg	Pza.	5.0	\$ 138.00	\$ 690.00		
	Tote contenedor p/ Transporte de peces	Pza.	1.0	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00		
	Blower 12 Wats para transportador	Pza.	1.0	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00		
	Sistema hidráulico	Blower 5.0 HP	Blower	2.0	\$ 27,000.00	\$ 54,000.00	\$ 163,375.00
		Bomba 6.0 HP a Diesel	Bomba	1.0	\$ 19,000.00	\$ 19,000.00	
		Poliducto negro 3.0"Ø	m	500.0	\$ 65.00	\$ 32,500.00	
		Tubo PVC 4.0"Ø hidráulico	Pza.	25.0	\$ 303.00	\$ 7,575.00	
Coples PVC a 4.0"Ø hidráulico		Pza.	14.0	\$ 50.00	\$ 700.00		
Codo 90° PVC a 4.0"Ø hidráulico		Pza.	20.0	\$ 70.00	\$ 1,400.00		
Tubo PVC 3.0" Ø P/ Afluente a estanques		Pza.	80.0	\$ 360.00	\$ 28,800.00		
Coples PVC a 3.0"Ø hidráulico		Pza.	180.0	\$ 45.00	\$ 8,100.00		
Codo 90° PVC a 3.0"Ø hidráulico		Pza.	20.0	\$ 65.00	\$ 1,300.00		
Reparación pozo		Obra	1.0	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00		
Sistema eléctrico	Instalación de suministro eléctrico	Obra	1.0	\$ 60,000.00	\$ 60,000.00	\$ 240,000.00	
	Planta luz (a diesel)	Planta	1.0	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00		
	Suministro eléctrico a granja y cabaña	Instalación	1.0	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00		
Soporte técnico	Camioneta Pik up	Vehículo	1.0	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 270,000.00	
	Equipo de computo	Equipo	1.0	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00		
Infraestructura de apoyo	Taller- bodega, caseta de vigilancia	Obra	1.0	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	
Activo diferido						81,650.0	
	Elaboración del Proyecto	Documento	1.0	\$ 81,650.00	\$ 81,650.00	\$ 81,650.00	
Total					\$ 1,442,485.00	\$ 1,442,485.00	

COSTOS DE OPERACIÓN

Costo	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
Costo variable					
1	Alimento balanceado anuales	Kg	29,760.3	\$ 14.74	\$ 438,682.03
2	Cría	Cría	49,720.0	\$ 1.50	\$ 74,580.00
Costo fijo					
1	Energía eléctrica	Kw	8,760.0	\$ 11.16	\$ 97,770.36
2	Mano de obra en producción	Jornal	730.0	\$ 250.00	\$ 182,500.00
Total					\$ 793,532.39

Concepto		Capacidad 100%				
		Periodos (años)				
		1	2	3	4	5
Costos variables		513,262.03	513,262.03	513,262.03	513,262.03	513,262.03
1	Alimento balanceado	438,682.03	438,682.03	438,682.03	438,682.03	438,682.03
2	Cría	74,580.00	74,580.00	74,580.00	74,580.00	74,580.00
Costos fijos		280,270.36	280,270.36	280,270.36	280,270.36	280,270.36
1	Energía eléctrica	97,770.4	97,770.36	97,770.36	97,770.36	97,770.36
2	Mano de obra en producción	\$ 182,500.00	182,500.00	182,500.00	182,500.00	182,500.00
Costos de operación		793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39

CALENDARIO DE PRODUCCIÓN POR CRÍA

ESTANQUES	1er cosecha						2a cosecha					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estanque A	2,486					2,237						2,237
Estanque B	2,486					2,237						2,237
Estanque C	2,486					2,237						2,237
Estanque D	2,486					2,237						2,237
Estanque E	2,486					2,237						2,237
Estanque F	2,486					2,237						2,237
Estanque G	2,486					2,237						2,237
Estanque H	2,486					2,237						2,237
Estanque I	2,486					2,237						2,237
Estanque J	2,486					2,237						2,237
Producción tilapia	24,860					22,374						22,374
Producción total anual												44,748

Concepto	Valor
m³ por estanque	113
Peces/m³	22
Kg/m³	10.56
Estanques	10
Mortalidad	10%

CALENDARIO DE PRODUCCIÓN POR KILOGRAMO

Estanques	1er cosecha						2a cosecha					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estanque A						1,074						1,074
Estanque B						1,074						1,074
Estanque C						1,074						1,074
Estanque D						1,074						1,074
Estanque E						1,074						1,074
Estanque F						1,074						1,074
Estanque G						1,074						1,074
Estanque H						1,074						1,074
Estanque I						1,074						1,074
Estanque J						1,074						1,074
Producción kg						10,740						10,740
Producción total anual												21,479

INGRESOS

Concepto	Unidades	Capacidad 100%					Total
		Periodos (años)					
		1	2	3	4	5	
Volumen del producto tilapia	Kg.	21,479.04	21,479.04	21,479.04	21,479.04	21,479.04	
Precio del producto tilapia	M\$/Kg.	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	
Valor de la producción	M\$.	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	5,906,736.00
Ingresos totales	M\$.	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	5,906,736.00

Concepto	Periodos de análisis del proyecto (años)					
	Inversión	Operación				
	1 0	2 1	3 2	4 3	5 4	6 5
Costos del proyecto	1,442,485.00	793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39
Inversión	1,442,485.00					
Costos de operación		793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39	793,532.39
Beneficios del	-	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20
Ingresos totales		1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20	1,181,347.20
Utilidad	- 1,442,485.00	387,814.81	387,814.81	387,814.81	387,814.81	387,814.81

Tasa de interés	10.00%
-----------------	---------------

Concepto	Valor
Valor Actual Neto	27,638.25
Beneficio / Costo	1.01
Tasa Interna de Retorno	10.75%

HORIZONTE DEL PROYECTO

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	\$ 1,442,485.00					
Operación		\$ 793,532.39	\$ 793,532.39	\$ 793,532.39	\$ 793,532.39	\$ 793,532.39
Ingreso	0	\$ 1,181,347.20	\$ 1,181,347.20	\$ 1,181,347.20	\$ 1,181,347.20	\$ 1,181,347.20
	-\$ 1,442,485.00	-\$ 1,054,670.19	-\$ 666,855.38	-\$ 279,040.57	\$ 108,774.24	\$ 496,589.05

Anexo 2. Proyecto de producción del policultivo tilapia-langostino

INVERSIÓN LANGOSTINO

Equipo	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Total por equipo
Activo fijo						32,540.00
	Estanques geomembrana 6.0 m. Ø	Pza.	2.00	\$ 9,000.00	\$ 18,000.00	
	Tubo PVC 4" Ø	Pza.	25.0	\$ 150.00	\$ 3,750.00	
	Termómetro	Pza.	2.0	\$ 1,500.00	\$ 3,000.00	
	Cuadro de tela mosquitera	Pza.	4.0	\$ 200.00	\$ 800.00	
Comercialización	Bascula digital 1.0 a 300 Kg. p/ Venta	Bascula	1.0	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	
	Red cuchara luz de malla oscura s/nud	Pza.	4.0	\$ 500.00	\$ 2,000.00	
	Taras plásticas cerradas capacidad 50 Kg	Pza.	5.0	\$ 198.00	\$ 990.00	
	Taras plásticas Abiertas 50x30x28	Pza.	20.0	\$ 50.00	\$ 1,000.00	
Total					\$ 32,540.00	\$ 32,540.00

INVERSIÓN POLICULTIVO

Concepto	Total
Inversión tilapia	\$ 1,442,485.00
Inversión langostino	\$ 32,540.00
Total	\$ 1,475,025.00

Anexo 3. Inversión del proyecto de producción del policultivo tilapia-langostino

Equipo	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Total por equipo
Activo fijo						32,540.0
	Estanques geomembrana 6.0 m. Ø	Pza.	\$ 2.00	\$ 9,000.00	\$ 18,000.00	
	Tubo PVC 4" Ø	Pza.	25.0	\$ 150.00	\$ 3,750.00	
	Termómetro	Pza.	2.0	\$ 1,500.00	\$ 3,000.00	
	Cuadro de tela mosquitera	Pza.	4.0	\$ 200.00	\$ 800.00	
Comercialización	Bascula digital 1.0 a 300 Kg. p/ Venta	Bascula	1.0	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	
	Red cuchara luz de malla oscura s/nuc	Pza.	4.0	\$ 500.00	\$ 2,000.00	
	Taras plásticas cerradas capacidad 50 Kg	Pza.	5.0	\$ 198.00	\$ 990.00	
	Taras plásticas Abiertas 50x30x28	Pza.	20.0	\$ 50.00	\$ 1,000.00	
Total					\$ 32,540.00	\$ 32,540.00

Anexo 4. Costos de operación del policultivo tilapia-langostino

Concepto			Capacidad 100%				
			Periodos (años)				
			1	2	3	4	5
Costos variables			705,751.04	705,751.04	705,751.04	705,751.04	705,751.04
Tilapia	1	Alimento balanceado	598,202.77	598,202.77	598,202.77	598,202.77	598,202.77
Tilapia	2	Cría	101,700.00	101,700.00	101,700.00	101,700.00	101,700.00
Langostin	1	Alimento balanceado	5,373.50	5,373.50	5,373.50	5,373.50	5,373.50
Langostin	2	Postlarva	474.77	474.77	474.77	474.77	474.77
Costos fijos			280,270.36	280,270.36	280,270.36	280,270.36	280,270.36
Tilapia	1	Energía eléctrica	97,770.4	97,770.36	97,770.36	97,770.36	97,770.36
Tilapia	2	Mano de obra en producción	\$ 182,500.00	182,500.00	182,500.00	182,500.00	182,500.00
Costos de operación			986,021.40	986,021.40	986,021.40	986,021.40	986,021.40