



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**FACTIBILIDAD DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE TILAPIA (*Oreochromis* spp.)
EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MEXICO: UN ENFOQUE
AGROECOSISTEMICO**

JOSE MANUEL MENA GUILLERMO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ.

2011

La presente tesis, titulada: Factibilidad de la industrialización de tilapia (*Oreochromis spp.*) en el estado de Veracruz, México: un enfoque Agroecosistémico, realizada por el alumno: José Manuel Mena Guillermo, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:


DR. JUAN L. RETA MENDIOLA

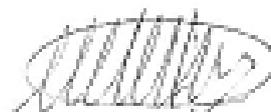
ASESOR:


DR. DIEGO PLATAS ROSADO

ASESOR:


DR. FRANCISCO OSORIO ACOSTA

ASESOR:


DR. MARIO GARDUÑO LUGO

ASESORA:


DRA. KATIA A. FIGUEROA RODRIGUEZ

FACTIBILIDAD DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE TILAPIA (*Oreochromis* spp.) EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO: UN ENFOQUE AGROECOSISTÉMICO

José Manuel Mena Guillermo, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

El objetivo de este estudio fue determinar zonas con potencial para la industrialización de tilapia basadas en las condiciones económicas, productivas, sociales y ambientales de las áreas productoras localizadas en el estado de Veracruz, así como, analizar técnica y económicamente los sistemas de procesamiento actuales para determinar su rentabilidad. Las zonas con potencial industrializador se determinaron usando la metodología de zonificación ecológica-económica. Para el análisis económico, se usó la metodología de evaluación de proyectos, se calculó el Beneficio/Costo, la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto. Se aplicó un cursograma analítico y un análisis de flujos para estimar el tiempo, distancia y número de recorridos realizados en el procesamiento de tilapia. Se determinó humedad y proteínas a muestras de tilapias con rangos de peso (g) de: 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500. Posteriormente, se plantearon propuestas técnico- económicas a fin de mejorar el sistema de procesamiento de tilapia. Según los datos considerados, el área formada por los municipios de Tlalixcoyan, Medellín de Bravo, La Antigua, Actopan y Boca del Rio tiene un potencial alto para la industrialización de tilapia. Con la propuesta técnica se redujo en 90 minutos el procesamiento de tilapia y la distancia recorrida paso de 89 a 45.5 metros. Dado que, el contenido de proteínas es igual en los pesos de tilapia analizados, es factible usar cualquier talla para elaborar minilla. La propuesta económica, mejoró el ingreso neto anual, pasando de \$ 0.00 a \$19,5420, en el primer año de ventas.

Palabras clave: *Oreochromis*, tilapia, zonificación, agroecosistema, industrialización.

FEASIBILITY OF THE INDUSTRIALIZATION OF TILAPIA (*Oreochromis* spp.) IN THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO: AN APPROACH AGROECOSYSTEMS

José Manuel Mena Guillermo, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

The aim of this study was to determine potential areas for the industrialization of tilapia according to economic, social, productive and environmental conditions of the producing regions of the state of Veracruz, as well as technical and economic analysis of existing processing systems of tilapia. Industrialization potential areas were determined using the methodology of ecological-economic zoning. Economic analysis was evaluated using project evaluation methodology, we calculated the Benefit/Cost, Internal Rate of Return and Net Present Value. Analytical Flowchart and flow analysis were used to estimate the time, distance and number of journeys made in the processing of tilapia. Moisture and protein were measured to tilapia samples ranging in weight (g): 100-200, 200-300, 300-400 and 400-500. Subsequently, technical and economic proposals were elaborated to improve the tilapia processing system. According to the data obtained, the area comprising the municipalities of Tlalixcoyan, Medellín de Bravo, La Antigua, Actopan and Boca del Rio has a high potential for the industrialization of tilapia. With the technical proposal the tilapia processing time was reduced by 90 minutes and the distance walked in tilapia processing from 89 to 45.5 meters. Because the protein is equal in the analyzed tilapia weights, it is feasible to use any size for minilla production. The economic proposal improves annual net income, from \$ 0.00 to \$ 19,542 in the first year of sales.

Keywords: *Oreochromis*, tilapia, zoning, agroecosystem, industrialization.

DEDICATORIA

Al profesor Manuel Mena Cardeña, mi padre, quien siempre supo guiarme a través del camino de la educación desde los primeros pasos y me ha alentado a seguir siempre adelante.

A mi madre, por su amor y su cariño, por sus consejos y el aliento que me dio cuando estaba a punto de desfallecer.

A mis hermanos: Alejandro, Israel, Alberto y Daniela, quienes son parte de mi impulso para lograr mis metas. Espero que lo que hago sirva para que vean que todo es posible, que solo ellos ponen el límite de lo quieren hacer.

Especialmente a mi novia Amélie, quien con su amor y paciencia me ha alentado y ayudado cuando más lo he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y ponerme en este camino.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme otorgado la beca para la realización de mis estudios de postgrado.

A mi consejo particular, Dr. Juan L. Reta Mendiola, Dr. Diego E. Platas Rosado, Dr. Francisco Osorio Acosta y Dr. Mario Garduño Lugo, muchas gracias por el gran apoyo recibido.

A la esposa del Dr. Mario Garduño, por sus enseñanzas en la elaboración de minilla de tilapia.

A los catedráticos del programa de Agroecosistemas Tropicales.

A mis compañeros y amigos de generación.

A mi familia: que siempre estuvo presente y apoyándome moralmente para concluir con mis estudios.

Al selecto grupo de acuacultura del Colegio de Posgraduados Campus Veracruz, en especial al Dr. Juan Reta por su amistad, su apoyo y sus consejos que fueron y son muy valiosos en mi preparación personal y profesional.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Definición de sistema.....	4
2.1.1. Análisis de sistemas.....	5
2.2. Investigación de operaciones.....	5
2.2.1. Objetivo de la investigación de operaciones.....	6
2.3. Técnicas de conservación del pescado.....	7
2.4. Procesos de transformación del pescado.....	11
2.5. Definición de zonificación.....	12
2.5.1. Tipos de zonificación.....	13
2.6. Indicadores de rentabilidad.....	14
2.6.1. Valor Actual Neto (VAN).....	15
2.6.2. Beneficio/Costo (B/C).....	15
2.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	16
2.6.4. Punto de equilibrio.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Zonificación económica y ambiental de los sistemas de producción de tilapia en el estado de Veracruz.....	17
3.1.1. Zona de estudio.....	17
3.1.2. Variables evaluadas.....	20
3.1.3. Colecta de datos.....	21
3.1.4. Análisis de estadísticos.....	21
3.1.5. Elaboración de mapas para la zonificación.....	22
3.2. Análisis técnico y económico de los sistemas de procesamiento de tilapia identificados en el estado de Veracruz.....	22
3.2.1. Zona de estudio.....	22
3.2.2. Análisis técnico del sistema de elaboración de minilla.....	23
3.2.3. Análisis económico del sistema de elaboración de minilla.....	23
3.3. Propuesta de rediseño técnico y económico para mejorar la rentabilidad del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz.....	23
3.3.1. Rendimiento de carne de tilapia para la producción de pulpa... ..	24
3.3.2. Análisis químicos proximales a la carne de tilapia.....	24
3.3.3. Rediseño del flujo de procesos.....	25
3.3.4. Análisis económico del nuevo sistema de procesamiento.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Zonificación económico-ambiental de los sistemas de producción de tilapia en el estado de Veracruz.....	25
4.1.1. Variables con coeficiente de correlación significativo.....	28

4.1.2. Representación de las variables con correlación significativa...	29
4.1.3. Análisis Clúster de las variables significativas.....	37
4.1.4. Zonas con potencial para desarrollo de la industrialización de tilapia en Veracruz.....	39
4.2. Análisis técnico-económico de los sistemas de procesamiento de tilapia identificados en el estado de Veracruz.....	43
4.2.1. Análisis técnico del sistema de elaboración de minilla.....	43
4.2.2. Análisis del recorrido durante la elaboración de minilla.....	46
4.2.3. Análisis económico del proceso de elaboración de minilla.....	50
4.3. Propuesta técnico-económica para mejorar la rentabilidad del sistema de industrialización de minilla en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.....	71
4.3.1. Rendimiento de carne de tilapia para la producción de pulpa...	71
4.3.2. Análisis químicos proximales a la carne de tilapia.....	73
4.3.3. Rediseño del flujo de procesos.....	76
4.3.4. Rediseño del cursograma analítico.....	78
4.3.5. Análisis económico del nuevo sistema de procesamiento.....	80
4.4. Resumen técnico de la propuesta para la industrialización de tilapia en forma de minilla.....	100
4.5. Resumen económico de la propuesta para la industrialización de tilapia en forma de minilla.....	102
4.6. Consideraciones finales.....	104
5. CONCLUSIONES.....	105
6. LITERATURA CITADA.....	106

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción de las regiones geográficas del estado de Veracruz consideradas como zona de estudio para la zonificación.....	18
Cuadro 2. Variables socioeconómicas y ambientales evaluadas en el estudio de zonificación para la producción de tilapia en el estado de Veracruz.....	20
Cuadro 3. Características ambientales, sociales, productivas y económicas de los municipios del estado de Veracruz, en relación a la producción de tilapia.....	27
Cuadro 4. Variables socioeconómicas y ambientales con coeficiente de correlación significativo.....	29
Cuadro 5. Etapas del proceso de elaboración de minilla y sus flujos correspondientes.....	48
Cuadro 6. Codificación del equipo utilizado en la elaboración de minilla de tilapia.....	48
Cuadro 7. Flujos codificados de acuerdo con el equipo utilizado en la elaboración de minilla.....	49
Cuadro 8. Recuento del número de participaciones que tiene cada equipo que interviene en el procesamiento de tilapia.....	50
Cuadro 9. Proyección de la producción de minilla de tilapia durante el primer año de actividades del grupo de trabajo.....	51
Cuadro 10. Proyección de la producción de minilla de tilapia durante el segundo año de actividades del grupo de trabajo.....	51
Cuadro 11. Proyección de los costos de operación durante el primer año de elaboración de minilla de tilapia.....	53
Cuadro 12. Proyección de los costos de operación durante el segundo año de elaboración de minilla de tilapia.....	54
Cuadro 13. Cálculo del costo mensual de tilapia para elaboración de minilla.....	55
Cuadro 14. Cálculo de las cantidades y precios de ingredientes para la salsa de minilla por cada 10 y 80 Kg de pescado fresco.....	56

Cuadro 15.	Cálculo del costo de la energía eléctrica mensual y bimestral	56
Cuadro 16.	Cálculo del costo de gas mensual generado por la elaboración de minilla de tilapia.....	57
Cuadro 17.	Cálculo de los consumibles necesitados para la elaboración de minilla de tilapia.....	58
Cuadro 18.	Cálculo del punto de equilibrio del sistema de elaboración de minilla.....	59
Cuadro 19.	Cálculo del capital de trabajo necesario para la elaboración de minilla de tilapia.....	60
Cuadro 20.	Conceptos analizados que integran la inversión total del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.....	62
Cuadro 21.	Calendarización de las inversiones que se realizaron en el proceso analizado de elaboración de minilla de tilapia.....	63
Cuadro 22.	Flujo de efectivo del primer año de actividades del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.....	66
Cuadro 23.	Flujo de efectivo mensual del segundo año de producción de minilla de tilapia.....	67
Cuadro 24.	Proyección financiera de la elaboración de minilla de tilapia a un horizonte de cinco años.....	69
Cuadro 25.	Rentabilidad de la elaboración de minilla de tilapia con base en la TIR y el VAN.....	70
Cuadro 26.	Escenarios planteados en el análisis de sensibilidad.....	70
Cuadro 27.	Registro de medidas tomadas de peces de diferentes tallas..	71
Cuadro 28.	Estadísticos descriptivos del porcentaje de rendimiento de carne de los peces muestreados.....	72
Cuadro 29.	Prueba de normalidad del rendimiento de carne de los peces muestreados.....	72
Cuadro 30.	Prueba de homogeneidad de varianzas del rendimiento de carne de los peces muestreados.....	73
Cuadro 31.	Análisis de varianza del rendimiento de carne de los peces muestreados.....	73
Cuadro 32.	Porcentaje de humedad y proteínas en peces con diferentes pesos.....	74

Cuadro 33.	Estadísticos descriptivos del porcentaje de proteínas de los peces muestreados.....	75
Cuadro 34.	Análisis de normalidad del contenido de proteínas de los peces muestreados.....	75
Cuadro 35.	Análisis de homogeneidad de varianza del contenido de proteínas de los peces muestreados.....	75
Cuadro 36.	Análisis de varianza del contenido de proteínas de los peces muestreados.....	76
Cuadro 37.	Etapas del proceso de elaboración de minilla y sus flujos correspondientes	78
Cuadro 38.	Propuesta del programa de producción de minilla en el primer año de actividades.....	82
Cuadro 39.	Propuesta del programa de producción de minilla en el segundo año de actividades.....	82
Cuadro 40.	Costos de operación durante el primer año de producción de minilla de tilapia según el modelo propuesto.....	84
Cuadro 41.	Costos de operación durante el segundo año de producción de minilla de tilapia	85
Cuadro 42.	Cálculo de las cantidades y costos de los ingredientes para la salsa de minilla por cada 15 y 120 kg de pescado fresco...	87
Cuadro 43.	Punto de equilibrio del sistema de elaboración de minilla propuesto.....	89
Cuadro 44.	Capital de trabajo de la propuesta de procesamiento de minilla de tilapia.....	90
Cuadro 45.	Conceptos que integran la inversión total del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.....	92
Cuadro 46.	Programación de las inversiones para el proceso propuesto de elaboración de minilla de tilapia.....	93
Cuadro 47.	Flujo de efectivo mensual de la propuesta de elaboración de minilla de tilapia durante el primer año de producción.....	95
Cuadro 48.	Flujo de efectivo mensual durante el segundo año de producción de minilla de tilapia.....	96

Cuadro 49.	Proyección financiera de la elaboración de minilla con el sistema de procesamiento propuesto a un horizonte de cinco años.....	98
Cuadro 50.	TIR y VAN resultantes de la propuesta de elaboración de minilla de tilapia.....	99
Cuadro 51.	Escenarios planteados en el análisis de sensibilidad del procesamiento de tilapia en forma de minilla.....	100
Cuadro 52.	Resumen anual de producción de los sistemas de elaboración de minilla de tilapia.....	102
Cuadro 53.	Indicadores económicos en los procesos de elaboración de minilla analizado y propuesto.....	104
Cuadro 54.	Continuación de los indicadores económicos en los procesos de elaboración de minilla analizado y propuesto.....	104

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Regiones del estado de Veracruz que se incluyeron en el estudio de factibilidad de producción de tilapia.....	19
Figura 2. Clasificación de la producción anual de tilapia en el estado de Veracruz.....	30
Figura 3. Representación de los precios de venta de tilapia en Veracruz.....	31
Figura 4. Clasificación municipal de productores de tilapia del estado de Veracruz por ingreso anual de ventas.....	32
Figura 5. Municipios del estado de Veracruz clasificados de acuerdo a los años de experiencia de productores en cultivo de tilapia.....	33
Figura 6. Distribución del ingreso per cápita promedio en algunos municipios del estado de Veracruz.....	34
Figura 7. Distribución del Índice de Desarrollo Humano en los municipios productores de tilapia de Veracruz.....	35
Figura 8. Altura sobre el nivel del mar de los municipios productores de tilapia.....	36
Figura 9. Temperatura media anual en los municipios del área de estudio con factibilidad de industrialización de tilapia.....	37
Figura 10. Grupos de municipios con potencial para industrialización de tilapia en Veracruz según la correlación de las variables socioeconómicas y ambientales.....	38
Figura 11. Distribución de los municipios de Veracruz con potencial para la industrialización de tilapia.....	40
Figura 12. Resultado de la aplicación del cursograma analítico al sistema de procesamiento para la elaboración de minilla de tilapia.....	45
Figura 13. Continuación del resultado de la aplicación del cursograma analítico al sistema de procesamiento para la elaboración de minilla de tilapia.....	46

Figura 14. Representación del proceso de elaboración de minilla mediante un modelo esquemático de distribución de equipos.....	47
Figura 15. Rediseño del sistema de procesamiento original para minilla de tilapia.....	77
Figura 16. Cursograma analítico modificado con las mejoras al sistema de procesamiento de tilapia.....	79
Figura 17. Continuación del cursograma analítico modificado con las mejoras al sistema de procesamiento de tilapia.....	80

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2007 México tuvo una producción de 1, 617, 664.2 t de pescado de las cuales 267, 772.1 t son aportadas por cultivos controlados, lo que representa el 16.5% de la producción acuícola nacional. Referente a tilapia, en ese mismo año se reportó que 73, 579.5 t corresponden a acuicultura, lo que representa un 27.5% del total de la producción (CONAPESCA-SAGARPA, 2007).

En el estado de Veracruz la producción de tilapia ha cobrado día con día más importancia. Registros oficiales de producción muestran el crecimiento de esta actividad y se sugiere como una de las que presentan el mayor crecimiento económico. La organización sectorial ha evolucionado y en el año de 2006, a través de una iniciativa del Gobierno Federal Mexicano, se instituyó el Comité Sistema Producto Tilapia en el estado de Veracruz, México, y a través de su gestión se elaboró el Programa Maestro Tilapia para el estado de Veracruz (Reta *et al.*, 2007). En dicho programa, se presenta la cadena productiva integrada con tres eslabones importantes como lo son: producción de crías, engorda y finalmente, comercialización. Es importante mencionar que en ese mismo estudio se identificó como no existente el eslabón de industrialización de tilapia y mencionan que debido al costo de oportunidad de la tilapia viva, el intentar otra presentación no es económicamente viable por el momento.

Al respecto de la industrialización de pescado en México, en el año 2003 se tenían registradas 346 plantas de procesamiento (INEGI, 2004). La mayoría de estas procesadoras se encuentran localizadas en la costa noroeste de México, en los estados de Baja California, Sinaloa y Sonora y en la costa sureste, en los estados de Chiapas, Yucatán, Campeche y Quintana Roo. No obstante, esta actividad de

transformación de pescado, para tilapia solo se reportan tres empresas registradas y certificadas, que la industrializan en diversos productos como filete congelado, éstas están situadas en los estados de: Sonora, Jalisco y Michoacán (Hartley, 2007). Sin embargo, en el estado de Veracruz, que es uno de los principales productores de tilapia en México (Seafood today, 2005; Hartley, 2007), no existen plantas industrializadoras que estén integradas a la cadena productiva de tilapia (Reta *et al.*, 2007).

La única actividad registrada en este sentido es la desarrollada de manera artesanal para la elaboración de “Minilla de Tilapia”, que es un platillo de consumo regional basado en la “pulpa” (carne sin espinas) de pescado y sazonada con condimentos (Reta *et al.*, 2007).

Analizar las zonas productoras de tilapia en el estado de Veracruz y sus condiciones económicas, productivas y ambientales permitirá identificar cual o cuales zonas tienen el potencial para el desarrollo de la industrialización de este pez. Además, el análisis técnico-económico del proceso de elaboración de minilla, permitirá conocer cuáles son los factores que pueden modificarse para que esta actividad sea rentable.

Existen dos aspectos que no se han tomado en cuenta para planificar el desarrollo de la industrialización de tilapia en el estado de Veracruz. El primero de ellos, es que no se conoce la rentabilidad de esta actividad productiva. El segundo aspecto corresponde a que no ha habido estudios anteriores que determinen el potencial económico, social y ambiental de la zona donde se está iniciando esta actividad. En estas circunstancias, se considera necesario conocer la rentabilidad del modelo actual para determinar los aspectos que pueden estar impidiendo el desarrollo de la industrialización de tilapia en Veracruz, así como también, determinar zonas que

reúnan potencial productivo, económico, y ambiental que sustenten la industrialización de tilapia.

Hipótesis general

El potencial para el desarrollo de la industrialización en las regiones productoras de tilapia en el estado de Veracruz está en función de sus condiciones productivas, sociales, económicas y ambientales; del diseño técnico de los sistemas de procesamiento y de los costos de producción.

Hipótesis específicas

1. Existen zonas en el estado de Veracruz con potencial económico, social, productivo y ambiental para desarrollar procesos de industrialización de tilapia.
2. El costo de la tilapia, usada como materia prima para procesar, restringe la rentabilidad del sistema de industrialización actual en el estado de Veracruz.
3. El diseño técnico del sistema de procesamiento de tilapia, identificado en el área de estudio, resulta inadecuado en relación a su funcionamiento.
4. Es posible generar una propuesta técnica-económica de industrialización de tilapia en el estado de Veracruz factible de aplicar en la mayoría de los sistemas de producción actuales.

Objetivo general

Identificar zonas con potencial para la industrialización de tilapia basadas en las condiciones productivas, económicas, sociales y ambientales de las áreas productoras en el estado de Veracruz, así como, analizar técnica y económicamente el sistema de procesamiento actual para determinar su rentabilidad.

Objetivos específicos

1. Identificar las variables económicas, sociales, productivas y ambientales de las áreas productoras de tilapia.
2. Evaluar la rentabilidad del sistema de procesamiento actual de transformación de tilapia.
3. Analizar el diseño técnico del sistema de procesamiento de transformación de tilapia identificado en el área productora.
4. Generar una propuesta técnica y económica para mejorar la rentabilidad del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición de Sistema

Un sistema se define como “un arreglo de los componentes físicos, conjunto o colección de cosas, unidas y relacionadas de manera tal, que actúan como una unidad o un todo y que responden a estímulos que lo alteren” (Bench, 1974).

Los elementos que integran todo sistema son: componentes, la interacción entre ellos, entradas, salidas y límites (Hart, 1985).

La complejidad que se puede encontrar en el estudio de los sistemas dificulta su comprensión, lo que hace necesaria la división en partes más pequeñas y comprensibles que permitan reducir esta complejidad, llamadas subsistemas que son por sí solos un sistema, por lo que pueden realizar sus funciones como tales pero carecerían de sentido si no se les viera en forma integral (Bench, 1974).

2.1.1. Análisis de sistemas

La ciencia se caracteriza por su especialización en innumerables disciplinas, que a su vez generan subdisciplinas que las aíslan en universos privados. Sin embargo, surgen problemas y concepciones similares en campos muy distintos, por ello es necesario estudiar no solo partes y procesos aislados, sino resolver problemas decisivos en la organización y el orden que surgen de esta interacción dinámica. Debido a que existen modelos, principios y leyes aplicables a sistemas generalizados y a subclases sin importar su género, surge la Teoría General de Sistemas, que se encarga de la formulación y principios validos para los sistemas en general a través de la generación de modelos utilizables y transferibles entre diferentes campos. El enfoque matemático de esta teoría no es el único posible, existen modelos afines como la teoría de la información, la cibernética, la teoría de juegos, la decisión y la investigación de operaciones que ayudan a representar un sistema en su totalidad (Bertalanffy, 1968).

2.2. Investigación de operaciones

Una de las primeras definiciones fue dada por Morse y Kimball (1951): “La investigación de operaciones es un método científico para dar a los departamentos ejecutivos una base cuantitativa para las decisiones relacionadas con las operaciones que están bajo su control”.

Otra definición de Investigación de operaciones la dan Churchman *et al.* (1973) quienes manifiestan “En un sentido general, la investigación de operaciones puede considerarse como la aplicación de métodos científicos, técnicas e instrumentos, a los problemas relacionados con la operación de los sistemas, a fin de proporcionar a los que controlan las operaciones las soluciones optimas para los problemas”.

Miller y Starr (1960) mencionan que: “La investigación de operaciones es teoría de la investigación aplicada. La investigación de operaciones usa cualquier medio científico, matemático o lógico para tratar de resolver los problemas que enfrenta el ejecutivo cuando pretende lograr una racionalidad absoluta al ocuparse de su problema de decisión”.

Al examinar las definiciones anteriores aparecen ideas comunes: el empleo del método científico, el estudio de las relaciones complicadas y el suministro de las bases para la toma de decisiones. Sin embargo, son demasiado generales y no definen específicamente a la investigación de operaciones.

Para tener una correcta definición de la investigación de operaciones es necesario tener en consideración sus características esenciales: 1) examen de las relaciones funcionales de un sistema, 2) utilización de un grupo interdisciplinario, 3) adopción de un enfoque planeado (método científico) y 4) descubrimiento de nuevos problemas para su estudio.

De lo anterior, la investigación de operaciones puede definirse como: “La investigación que utiliza el enfoque planeado (método científico) y un grupo interdisciplinario a fin de presentar las complicadas relaciones funcionales como modelos matemáticos para suministrar una base cuantitativa para la toma de decisiones y descubrir nuevos problemas para su análisis” (Thierauf, 1995).

2.2.1. Objetivos de la investigación de operaciones

Básicamente, los objetivos de la investigación de operaciones son de dos tipos: la disminución de los costos en términos de entradas y el máximo aumento de la salida, es decir, las utilidades de las ventas de la empresa, mediante, la optimización de los recursos.

Para esto es necesario tener claras las relaciones existentes en el sistema, lo que nos permitirá la construcción de un modelo que facilite la manipulación de las variables de interés en el estudio (Thierauf, 1995).

2.3. Técnicas de conservación del pescado

El procesamiento del pescado comprende la aplicación de técnicas para conservar su calidad e incrementar su vida en almacenamiento y también puede suponer un valor añadido para generar una amplia variedad de productos (Li *et al.*, 2009).

La primera y más obvia técnica de manejo para conservar la calidad del pescado consiste en mantenerlo en vida tanto tiempo como sea posible antes de cocinarlo y consumirlo. Así se ha hecho en China, en el caso de la carpa, durante milenios, a través de técnicas muy antiguas. En la actualidad, son muchas las especies que se mantienen vivas para preservar su calidad antes del consumo.

Antes de procesar el pescado es necesario conservarlo, para esto existen varios métodos. Algunos emplean técnicas basadas en el control de la temperatura, a través del hielo, la refrigeración o la congelación; otros se basan en el control de la actividad del agua y comprenden el desecado, el salado, el ahumado y el liofilizado (Li *et al.*, 2009).

Las técnicas pueden ser a través del control físico de las cargas microbianas del pescado, como el empleo del calentamiento por microondas o la irradiación ionizante, o del control químico de la actividad y de las cargas microbianas añadiendo, por ejemplo, ácidos a los productos pesqueros. También, se emplean técnicas basadas en la reducción de óxidos, como el envasado al vacío. A menudo se recurre a una combinación de diferentes técnicas para la preservación del pescado (FAO, 2010).

En la actualidad, es corriente que el pescado se procese hasta llegar a una gran variedad de productos de valor añadido, dado el incremento en la demanda de productos alimenticios listos para el consumo o que exigen poca preparación antes de servirse. Cuando los productos pesqueros refrigerados o congelados se transportan por carretera o vía aérea, es fundamental que la cadena del frío se mantenga a lo largo de todo el proceso. Ello exige el uso de contenedores o vehículos de transporte aislados y de cantidades apropiadas de refrigerantes, o una refrigeración mecánica. La tecnología del contenedor hace ahora posible la combinación de la refrigeración con una atmósfera modificada o controlada (FAO, 2010).

Técnicas basadas en el control de la temperatura

Estas abarcan una amplia gama de tecnologías utilizadas para disminuir la temperatura de los peces a niveles en que las actividades metabólicas, catalizadas por enzimas autolíticas o microbianas, se reduzcan o se detengan completamente. Esto es posible gracias a la refrigeración o congelación, donde se reduce la temperatura del pescado a aproximadamente 0°C ó < -18°C, respectivamente (FAO, 1992; FAO, 1994; FAO, 2010)

Enhielar los peces a bordo de buques de pesca no siempre es posible en el caso de las pequeñas especies pelágicas que se capturan en grandes cantidades. Éstos son refrigerados con agua de mar. Los productos pesqueros refrigerados o congelados requieren enfriamiento adicional en cámara frigorífica para evitar un aumento de la temperatura (FAO, 1992; FAO, 1994; FAO, 2010).

El diseño y la gestión de almacenes frigoríficos son la clave para conservar la calidad del pescado y el ahorro energético. Un problema ambiental más importante

se refiere al desarrollo de los refrigerantes alternativos que sustituyan a los clorofluorocarbonos (CFC), para reducir el detrimento de la capa de ozono (Melgarejo, 1995).

Técnicas basadas en el control de la actividad del agua

La actividad de agua (a_w) es un parámetro que mide la disponibilidad de agua en la carne de pescado. Se expresa como la relación entre la presión de vapor de agua en los peces (presión de vapor del agua pura a la misma temperatura y presión), a_w varía de 0 a 1 (Frazier, 1993).

El agua es necesaria para las reacciones enzimáticas y microbianas, varias técnicas de conservación han sido desarrolladas para disminuirla o eliminarla y reducir así la a_w (Frazier, 1993). Estas técnicas de conservación incluyen el secado, salazón, ahumado, secado por congelación, el uso de agua humectante vinculante y una combinación de éstas. Algunas de estas técnicas, tales como el secado, salado y el ahumado en caliente, se han utilizado durante miles de años. Las técnicas anteriores pueden realizarse de manera sencilla, por ejemplo, por la salazón y el secado solar, o bien utilizando equipos completamente automatizados con control de la temperatura y la humedad relativa (Brenan, 1980).

Técnicas basadas en el control físico de la carga microbiana

Estos métodos físicos usan calor (cocción, escaldado, pasteurización, esterilización), radiación ionizante (para la pasteurización o la esterilización) o calentamiento por microondas. La cocción y pasteurización son procesos que no inactivan completamente a los microorganismos, por lo tanto, a menudo necesitan ser apoyados mediante la refrigeración para conservar los productos pesqueros y aumentar su vida útil. Este no es el caso de productos esterilizados y que son estables a temperatura ambiente (<40 ° C). Estos requieren un embalaje en latas de

metal o las bolsas de autoclave antes del tratamiento térmico, de ahí el término "enlatado" (FAO, 2010).

Técnicas basadas en el control químico de la actividad microbiana

Estas técnicas están diseñadas para agregar agentes antimicrobianos o disminuir el pH del músculo de peces a niveles que inhiben la proliferación microbiana. La mayoría de las bacterias dejan de multiplicarse a pH <4.5. La disminución del pH se obtiene por la fermentación, adobos o por la adición de ácidos (acético, cítrico, láctico, etc.) a los productos pesqueros (FAO, 2010).

Con la disminución del pH en el pescado, la fermentación de bacterias lácticas produce compuestos antimicrobianos como la nisina, que mejoran la conservación. Esta técnica se refiere a menudo como bio-preservación. Otros protectores incluyen nitritos, sulfitos, sorbatos, benzoatos o los naturales, como aceites esenciales (FAO, 2010).

Técnicas basadas en el control del potencial Oxido-Reductor

Algunos deterioros causados por bacterias y oxidaciones de lípidos requieren la presencia de oxígeno. Por lo tanto, la reducción del oxígeno alrededor de pescado aumentará su vida útil. Esto es posible por el envasado al vacío o mediante el control o modificación de la atmósfera en torno al pescado. Las combinaciones específicas de CO₂, O₂ y N, caracterizan a la atmosferas controladas (AC) o las atmosferas modificadas (MA). El envasado al vacío, las AC y las AM se combinan con la refrigeración para la conservación de los peces (FAO, 2010).

Combinación de varias técnicas de conservación

Dos o más de las técnicas anteriormente descritas pueden ser combinadas para mejorar la eficiencia de la conservación y reducir los efectos indeseables, como la

desnaturalización de nutrientes por tratamientos térmicos severos. Combinaciones ya en uso incluyen la pasteurización-refrigeración, AC o AM-refrigeración, secado-salado, salado-ahumado, secado-ahumado, salado-marinado (FAO, 2010).

2.4. Procesos de transformación del pescado

Los peces pueden ser procesados industrialmente en una amplia gama de productos para incrementar su valor económico, esto permite a la industria pesquera y los países exportadores a aprovechar plenamente las ventajas de sus recursos acuáticos. Esto es más importante hoy en día debido a los cambios sociales que han llevado al desarrollo de cocina al aire libre, productos de conveniencia y servicios de alimentos que requieren los productos pesqueros listos para el consumo o que requieren poca preparación antes de servir (FAO, 2010).

Sin embargo, a pesar de la disponibilidad de la tecnología, se debe prestar cuidadosa atención a los aspectos de viabilidad económica, incluida la distribución, comercialización, control de calidad y las barreras comerciales, antes de embarcarse en un proceso de valor añadido al pescado (FAO, 2010). Algunos ejemplos de productos procesados a base de pescado son los siguientes:

Surimi

Un ejemplo del valor añadido es la producción de surimi y productos a base de surimi. El surimi es el proceso de deshuesado mecánico, lavado (blanqueado) y estabilizado de la carne de pescado. Es un producto intermedio utilizado en la preparación de una variedad de productos sustitutos de mariscos (productos de imitación), como kamaboko, embutidos de pescado, patas de cangrejo y camarones. Los productos a base de surimi están ganando más protagonismo en todo el mundo, debido a la aparición de restaurantes japoneses y las tradiciones culinarias de América del Norte y Europa.

Idealmente, el surimi debe hacerse a partir de pescado de poco valor, de carne blanca con una capacidad de gelificación excelente y de disponibilidad durante todo el año. En la actualidad, el abadejo de Alaska representa una gran proporción del suministro de surimi. Otras especies, como la sardina, la caballa, la barracuda, el salmónete se han utilizado con éxito para la producción de surimi (FAO, 2010).

Harina de pescado y aceite de pescado

Una proporción significativa de las capturas mundiales (20%) sigue siendo transformada en harina de pescado y aceite de pescado. La harina de pescado es un producto sólido que se obtiene extrayendo la mayor parte del agua y algunos o todos los aceites del pescado. Esta industria, se inició en el siglo 19, basada en las capturas de arenque para producir aceite para usos industriales como el curtido de cuero y en la producción de jabón, glicerina y otros productos no alimentarios. En la actualidad, se utiliza pescado pequeño para producir harina y aceite. Es importante mencionar que, sólo cuando sean poco rentables o inviable para el consumo humano, la captura debe ser reducida a harina y aceite. De hecho, el pescado en harina consumido por las aves de corral o de cerdos es una pérdida, porque hay una necesidad de 3 kg de peces comestibles para producir aproximadamente 1 kg de pollo o cerdo comestibles (FAO, 2010).

2.5. Definición de zonificación

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2009), una zona es una extensión considerable de terreno que tiene forma de banda o franja encuadrada en ciertos límites, los cuales están determinados por razones administrativas o políticas. De igual modo, define la acción de zonificar como la división de un terreno en zonas.

Cuando se toman criterios como: fronteras naturales, fronteras artificiales, bases legales, comercio, censos de poblaciones involucradas o publicaciones oficiales (Carranza *et al.*, 2007) se originan subdivisiones en el concepto de zona.

De acuerdo con lo anterior, zonificación se puede definir como el proceso de ordenamiento y planificación de los espacios que conforman un territorio tomando en cuenta sus características particulares (Periódico de Acuicultura, 2009).

2.5.1. Tipos de Zonificación

Zonificación Geomorfológica: Considera el relieve como base principal para la división de un territorio. Los rasgos geomorfológicos de una región guían en gran medida el uso de los recursos naturales, la ubicación de los asentamientos humanos y las principales actividades de la población. Por esta razón, los estudios geomorfológicos son de gran utilidad en proyectos de ingeniería civil, de ordenamiento ecológico y de impacto ambiental, de manejo de cuencas hidrológicas, de análisis de riesgo ambiental y de planeación agrícola y urbana (Geissert, 1999).

Al respecto de este tipo de zonificación se han realizado estudios como el de Ramírez (2005), el cual utiliza el concepto de “Estabilidad Relativa” para definir el comportamiento geológico de la micro cuenca Los Tapiales, río Mucujún, El Vallecito, Estado Mérida-Venezuela con el objeto de definir la zona apropiada para la construcción de un sitio turístico.

Zonificación Ambiental: Es un proceso dinámico que permite la división del territorio en unidades relativamente homogéneas. Tiene en cuenta aspectos biofísicos, económicos, legales y sociales; este proceso también se denomina, como zonificación ecológica-económica (TCA, 1997). Estos estudios buscan proponer

escenarios adecuados para la ocupación, uso y manejo sostenibles de los recursos naturales y del medio ambiente.

Zonificación Agroecológica: Es la división de un territorio en zonas de acuerdo con las condiciones de temperatura, precipitación, humedad, tipo de suelo y pH, que necesita un cultivo para poder desarrollarse adecuadamente (Benachio *et al.*, 1987). Los estudios de zonificación de cultivos juegan un papel muy importante en el fortalecimiento de la producción agrícola, ya que mediante estos es posible definir que cultivos tienen mayor potencial en una región determinada (Seeman *et al.*, 1979; Romo, 1985).

El conocimiento de la demanda de clima y suelo de los cultivos y la relación que existe entre estos dos factores, ha sido demostrado en estudios realizados por Villa *et al.* (2001), Landa (2001) y Ruiz (1998). Estos autores demuestran que la demanda de clima y suelo de los cultivos se relaciona directamente con las características ecológicas de una región, siendo esto útil para definir las zonas aptas para la producción agrícola y pecuaria.

2.6. Indicadores de rentabilidad

Los indicadores para la evaluación económica de proyectos son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión en una empresa, y en base a éstos se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización de un proyecto (Muñante, 2002). También permite comparar y seleccionar entre diferentes alternativas de inversión. Los indicadores más usados son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo, como son:

- a) El valor actual neto (VAN)
- b) La relación beneficio costo (B/C)

- c) La tasa interna de retorno (TIR)
- d) El punto de equilibrio

2.6.1. Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor que actualiza mediante una tasa de descuento prefijada, el flujo de beneficios netos (beneficios totales-costos totales) generados por el proyecto de inversión. La fórmula para obtener el VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t}$$

Donde:

- B_t = beneficios en cada periodo del proyecto
- C_t = costos en cada periodo del proyecto
- r = tasa de actualización
- t = tiempo en años
- (1+r)^{-t} = factor de actualización

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico, el criterio de decisión del VAN es que debe ser igual o mayor a cero, lo que es equivalente a decir, que dada una tasa de actualización, el valor presente de los beneficios supera, o es igual al valor presente de los costos. En términos generales, el VAN representa la ganancia adicional actualizada que genera el proyecto por encima de la tasa de descuento (Muñante, 2002).

2.6.2. Beneficio/Costo (B/C)

Es la relación que se obtiene cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide entre el valor actual de la corriente de los costos y el criterio formal de selección para la medida de la relación beneficio-costo es aceptar todos los proyectos con una relación B/C de uno o mayor a uno (Gittinger, 1985). Si la relación B/C es igual a 1, los beneficios y los costos se igualan, cubriendo apenas el costo mínimo, atribuible a una tasa de actualización. Si la relación B/C es menor a 1 indica

que a la tasa de interés aplicada no cubre los costos (Zetina *et al.*, 2006; Moreno, 1998).

La fórmula para obtener la relación beneficio-costo es:

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

Donde:

Bt = beneficios en cada periodo del proyecto

Ct = costos en cada periodo del proyecto

r = tasa de actualización

t = tiempo en años

$(1+r)^{-t}$ = factor de actualización

2.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR económica de un proyecto es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de las corrientes de beneficios se iguale al valor actualizado de la corriente de los costos (Muñante, 2002). La fórmula para calcular la TIR es:

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

Donde:

Bt = beneficios en cada periodo del proyecto

Ct = costos en cada periodo del proyecto

r = tasa de actualización

t = tiempo en años

$(1+r)^{-t}$ = factor de actualización

La TIR expresa la tasa de interés real máxima que podría pagar un proyecto por los recursos monetarios utilizados, una vez recuperados los costos de inversión y operación. El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuya TIR sea igual o mayor a la tasa de actualización seleccionada (Muñante, 2002).

2.6.4. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se encarga de medir la importancia que puede tener una inversión futura, así como el determinar en qué momento se podrá obtener utilidad

por una actividad realizada. Este indicador se define como el nivel de producción en que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los costos variables. Del análisis de la relación entre costos, precios e ingreso se puede conocer cualquier posibilidad de pérdida o riesgo en el negocio, entonces el riesgo es la posibilidad de que ocurra un determinado acontecimiento que signifique un peligro, contratiempo o un daño que perjudique la marcha de la organización, por lo que a mayor punto de equilibrio mayor será el nivel de operación que requiere la empresa para no incurrir en pérdidas (Baca, 1999; Méndez, 1989). La fórmula matemática para obtener el punto de equilibrio es:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas}}}$$

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se siguió para realizar este trabajo de investigación, se llevó a cabo en tres fases:

1. Zonificación económica y ambiental de los sistemas de producción de tilapia en el estado de Veracruz.
2. Análisis económico y técnico del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz.
3. Propuesta de rediseño económico y técnico para mejorar la rentabilidad del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz.

3.1. Zonificación económica y ambiental de los sistemas de producción de tilapia en el estado de Veracruz

3.1.1. Zona de estudio

La zona de estudio está conformada por seis de las diez regiones del estado de Veracruz, clasificadas en la Enciclopedia de los Municipios de México del Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN, 2005) y caracterizadas como zonas productoras de tilapia dentro del Plan Maestro para el Sistema Producto Tilapia del estado de Veracruz (Reta *et al.*, 2007) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de las regiones geográficas del estado de Veracruz consideradas como zonas de estudio para la zonificación.

NOMBRE DE LA REGIÓN	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA
Del Nautla	La región de Nautla está situada el centro-norte del estado; cuenta con una extensión territorial de 3, 329.43 km, lo que la convierte en la segunda más pequeña de la entidad; colinda al norte con la región Totonaca, al sur con las regiones de la Capital y las Montañas, al este con el Golfo de México y al oeste con el Estado de Puebla. Está conformada por 11 municipios: Atzalan, Colipa, Juquiche de Ferrer, Martínez de la Torre, Misantla, Nautla, San Rafael, Tenochtitlán, Tlapacoyan, Vega de Alatorre y Yecuautla.
La Capital	La región Capital cuenta con la Zona Metropolitana (ZM) de Xalapa, que es la segunda ZM mas importante en el Estado en cuanto a población se refiere pues cuenta con más de 510, 000 habitantes. La región Capital se extiende sobre una superficie de 5,568.55 km y se ubica en la parte central de Estado. Colinda al norte con la región de Nautla, al este con el Golfo de México, al oeste con el estado de Puebla, al sur con las regiones de Sotavento y las Montañas.
De las Montañas	La región de las Montañas cuenta con dos Zonas Metropolitanas: Córdoba y Orizaba. La Región de la Montañas está ubicada en la parte centro-sur del Estado, cuenta con 6, 350.8 km lo que la ubica en la quinta posición en cuanto a extensión territorial. Colinda al norte con la Región Capital, al este con la región Sotavento, al oeste con el estado de Puebla, al sureste con la región del Papaloapan y al sur con estado de Oaxaca.
Sotavento	La región Sotavento se localiza en la parte centro-sur de la entidad veracruzana; colinda al norte con la región Capital, al este con el Golfo de México, al oeste con la región de las Montañas y al sur con la región de Papaloapan. Es una de las regiones con menor extensión territorial por contar con 4,022.2 km. Esta región está integrada por los municipios de La Antigua, Boca del Rio, Cotaxtla, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Paso de ovejas, Puente Nacional, Soledad de Doblado, Tlalixcoyan, Úrsulo Galván y Veracruz.

Continuación Cuadro 1.

Papaloapan	La región del Papaloapan es la tercera más extensa del Estado ya que cuenta con una extensión de 10, 941.96 km. Se ubica al suroeste de la entidad. Colinda con la región de las Montañas y la del Sotavento al norte, al sur con la Olmeca y al suroeste con la región de los Tuxtlas.
De los Tuxtlas	La región de los Tuxtlas se encuentra ubicada en el sureste del Estado, colinda al oeste con la región del Papaloapan, al noreste con el Golfo de México y al sur y sureste con la región Olmeca. Es la más pequeña en cuanto a extensión territorial con 3,075.46 km. Está integrada por los municipios de Catemaco, Hueyapan de Ocampo, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla.

Elaboración propia con datos de CEDEMUN (2005).

El área de estudio está compuesta por las zonas Del Nautla, La Capital, De las Montañas, Sotavento, Papaloapan y De los Tuxtlas que están definidas por el Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN, 2005), dicha área se encuentra ubicada geográficamente al norte a $20^{\circ} 11'$, al sur $17^{\circ} 50'$ latitud norte, al este $95^{\circ} 46'$ y al oeste $97^{\circ} 18'$ longitud oeste (Figura 1).

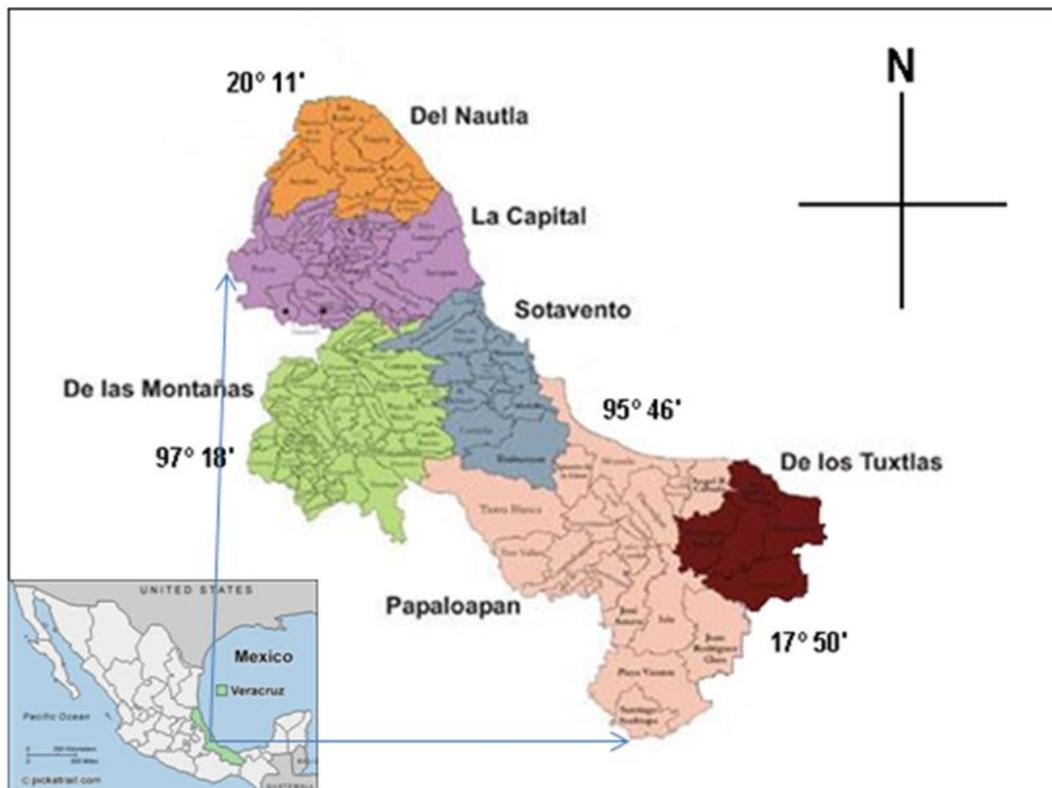


Figura 1. Regiones del estado de Veracruz que se incluyeron en el estudio de factibilidad de producción de tilapia.

3.1.2. Variables evaluadas

Para este estudio se usaron nueve variables clasificadas en cuatro grupos, las variables de análisis son de tipo social, productivo, económico y ambiental. En el Cuadro 2 se muestra la agrupación de dichas variables.

Cuadro 2. Variables socioeconómicas y ambientales evaluadas en el estudio de zonificación para la producción de tilapia en el estado de Veracruz.

SOCIALES	PRODUCTIVAS	ECONÓMICAS	AMBIENTALES
IDH*	Producción anual	Precio de venta	Temperatura media anual
	Años de experiencia	Ingreso por ventas	Precipitación media anual
		Ingreso per cápita	Altura sobre el nivel del mar

*Índice de Desarrollo Humano. Elaboración propia.

La selección de estas variables se sustentó en las bases metodológicas siguientes: Guía General de Zonificación Agro-ecológica (FAO, 1997), la propuesta de Cabrera (2000) sobre la aplicación de metodologías para estudios de zonificación ecológica-económica en áreas litorales, el Manual de Zonificación Ecológica-Económica para la Amazonia Peruana (CNPP, 1998) y los conceptos y métodos para zonificación ecológica-económica propuestos por Sombroek (1994).

Se consideró importante incluir el Índice de Desarrollo Humano pues, es una variable indicativa de las condiciones sociales de un territorio. Este índice nos muestra en qué condiciones de salud, educación e ingresos se encuentra el área de estudio que se pretende seleccionar. Finalmente, nos indica el grado de preparación personal que podemos encontrar en una zona geográfica (ONDH, 2008).

Las variables de tipo productivo son importantes pues determinan la capacidad máxima de producción del territorio, así como, la destreza de los productores al desarrollar su actividad. Se considera pues, importante conocer el potencial de abasto de materia prima que puede alcanzar una zona considerada con potencial para el establecimiento de una planta transformadora.

El precio de venta y el ingreso por ventas se eligieron para caracterizar el estatus económico de cada productor en relación a la producción que ostenta. El precio es importante puesto que, marca la pauta acerca del costo que generara la obtención de la materia prima. El ingreso per cápita se consideró para tener idea de los salarios que se perciben en el área de estudio.

Las variables ambientales se eligieron en función de las necesidades básicas para el buen desarrollo del cultivo de tilapia, que servirá como materia prima en el procesamiento.

3.1.3. Colecta de datos

La información para este estudio se obtuvo esencialmente de cuatro fuentes de información: 1. De la base de datos del Programa Maestro Tilapia del estado de Veracruz (Reta *et al.*, 2007), 2. De la base de datos del Índice de Desarrollo Humano Municipal de México (ONDH, 2008), 3. De las bases de datos de información geográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009) y 4. Del Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CEDEMUN, 2005). Con la información obtenida, se formó una base de datos que agrupó a las granjas más productivas de los 28 municipios del estado de Veracruz y que conforman las seis zonas de estudio. Para esta labor se utilizó el programa Excel, Versión 2007 de Microsoft Office.

3.1.4. Análisis estadísticos

Para determinar cuáles son las variables de mayor influencia en cada municipio, se efectuó una prueba estadística de correlación no paramétrica de Spearman (Salinas, 2007), mediante el programa estadístico SPSS Versión 15 para Windows XP. Identificadas las variables significativas, se realizó un análisis Clúster relacionando estas variables para identificar qué municipios poseen características similares.

3.1.5. Elaboración de mapas para la zonificación

Se usó el Sistema de Información Geográfica (SIG) denominado Map Maker Pro Versión 3.5 para Windows XP, para elaborar mapas individuales de las variables significativas para visualizar zonas con características similares. De igual forma, se hizo un mapa general derivado del análisis clúster, que agrupa todas las variables, para localizar una zona o zonas con potencial económico ambiental para el desarrollo de la industrialización de tilapia.

3.2. Análisis técnico y económico del sistema de procesamiento de tilapia identificados en el estado de Veracruz

3.2.1. Zona de estudio

Con la búsqueda de información acerca de la industrialización de tilapia en el estado de Veracruz, se detectó que la granja “Tilapia 1”, localizada en la ciudad de Martínez de la Torre, como actividad complementaria a la producción, también se encarga de procesar tilapia en forma de “Minilla” que es un platillo típico regional a base de pulpa de pescado, en este caso tilapia de cultivo y condimentos diversos. Tomando en cuenta que son los únicos productores en el estado de Veracruz, de los que se tuvo registro, en utilizar un proceso para dar valor agregado a la tilapia, se les invitó a participar con el objetivo de analizar su sistema de procesamiento desde dos perspectivas: 1.- Técnica de procesamiento y 2.- Rentabilidad que tienen al desarrollar esta actividad.

Para realizar el análisis técnico y económico del sistema de elaboración de minilla fue necesario utilizar la metodología de Investigación de Operaciones (Churchman *et al.*, 1973). Dicho análisis se dividió de la siguiente manera:

3.2.2. Análisis técnico del sistema de elaboración de minilla

Este análisis se hizo utilizando el Método de diagrama de recorrido, que es uno de los métodos de distribución de procesos que se utiliza en el diseños de empresas (Baca, 2006), además de los cursogramas analíticos (OIT, 1980).

El método de diagrama de recorrido permitió apreciar la ruta actual que se sigue al momento de procesar el pescado. Este método busca reducir al mínimo los posibles flujos en el sistema de producción. Así mismo, los cursogramas analíticos permitieron recopilar información acerca de los tiempos de procesamiento, materiales y equipo, mano de obra y gastos que se tienen durante la producción.

3.2.3. Análisis económico del sistema de elaboración de minilla

Para realizar el análisis económico se utilizó la metodología de análisis de proyectos (Alonso y Serrano, 2006). Esto se hizo mediante la simulación del proceso de producción de minilla en un modelo económico-técnico diseñado en el programa Excel 2007 para Windows XP de Microsoft.

3.3. Propuesta de rediseño técnico y económico para mejorar la rentabilidad del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz

Los trabajos preliminares a la propuesta de rediseño del sistema de procesamiento para obtener minilla de tilapia se dividieron en tres apartados que se consideraron importantes después del diagnóstico: 1) Análisis para mejorar el rendimiento de pulpa y disminución del tiempo de cocción de los peces, 2) Análisis químicos proximales para la determinación del contenido de proteínas en peces de diferentes pesos y 3) Rediseño de la distribución de los equipos y del recorrido durante el procesamiento.

3.3.1. Rendimiento de carne de tilapia para la producción de pulpa

Para poder proponer una alternativa que mejore el rendimiento en la obtención de carne de tilapia, así como, disminuir el tiempo que toma esta operación, se planteó la extracción de carne a la variedad de tilapia utilizada por quienes están elaborando minilla, en rangos de peso individual, que van de 100-200, 200-300, 300-400 y de 400 a 500 g. Para esto, se sometió a cada pez a 115 °C y 7.5 psi durante 15 minutos en un autoclave, según la metodología de *Kong et al.* (2007). Se registraron los rendimientos en las diferentes fases de la operación para cada pez de acuerdo con su tamaño para calcular su rendimiento porcentual. Para determinar si existe una diferencia significativa entre los rendimientos de las diferentes tallas, los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con el programa SPSS Versión 15.0 para Windows XP.

3.3.2. Análisis químicos proximales a la carne de tilapia

Con la finalidad de poder disminuir los costos por obtención de materia prima se analizó el contenido de proteína de peces de tamaños diferentes, pues se tiene la hipótesis de que el contenido de proteínas de estos animales es igual independientemente de su tamaño, siendo posible utilizar peces pequeños de bajo valor comercial para la elaboración de minilla.

Para determinar si había diferencias en la cantidad de proteínas entre los diferentes tamaños de tilapia se formaron grupos en rangos iguales al de rendimiento de carne, se utilizaron los métodos estándares para análisis químicos proximales (AOAC, 1980), para las muestras de carne obtenidas. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con el programa SPSS Versión 15.0 para Windows XP.

3.3.3. Rediseño del flujo de procesos

Este ejercicio se realizó tomando como base los resultados del diagnóstico técnico del sistema de procesamiento de minilla. Se utilizó el método del diagrama del recorrido (Baca, 2006) para identificar posibles soluciones que disminuyeran los flujos o la distancia recorrida durante el procesamiento. Además, se utilizó el cursograma analítico (OIT, 1980) para representar el flujo resultante, la nueva distancia de recorrido y el tiempo de procesamiento.

3.3.4. Análisis económico del nuevo sistema de procesamiento

Usando la metodología de análisis de proyectos (Alonso y Serrano, 2006) y el modelo de simulación económico-técnico diseñado en Excel 2007, se calcularon nuevos indicadores económicos sustituyendo valores como el precio de la materia prima, los volúmenes de producción, precio de venta del kilogramo de minilla para determinar hasta qué punto el proyecto puede empezar a ser rentable. De este modo, con el modelo que se generó puede tenerse una idea de un módulo mínimo rentable en el procesamiento de tilapia en forma de minilla.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Zonificación económico-ambiental de los sistemas de producción de tilapia en el estado de Veracruz.

Se seleccionaron las 28 granjas de mayor producción en la región de estudio y se agrupó a cada una en su municipio y con sus respectivas variables.

En el Cuadro 3 se observa que La Capital, Sotavento y Papaloapan son las regiones que presentan los Índices de Desarrollo Humano promedio más altos, con valores de 0.80 cada una. El IDH de Los Tuxtlas es de 0.74 y es el valor promedio más bajo de las regiones analizadas. De igual forma, estas tres regiones tienen el

promedio de temperaturas medias anuales más altas con 25 °C, temperatura que favorece el cultivo de tilapia (Saavedra, 2003).

La Capital y Sotavento presentan la producción promedio anual más alta, coincide que estas dos regiones figuran entre las que poseen el IDH más alto. Dicha producción, está por encima de las 30 t/año, la región que más se acerca es la del Papaloapan con 4.80 t/año.

En relación a la experiencia, Sotavento y Los Tuxtlas son quienes tienen más experiencia en el cultivo de tilapia, pues poseen 13.6 y 10 años en promedio, respectivamente. Es importante mencionar, que la región Sotavento ha figurado entre los valores promedio más altos en IDH, producción y experiencia. Las Montañas tiene en promedio 5 años de experiencia, esto la hace la región con menos experiencia en el cultivo de tilapia de las que fueron consideradas en el estudio.

El precio promedio menor por kilogramo de tilapia lo tiene la región del Papaloapan con \$ 29.60 y el precio más alto se ubica en la región de Las Montañas con \$ 38.80.

Los ingresos por venta más altos se presentan en las regiones que tienen mayor producción promedio, en este caso, La Capital y Sotavento. El ingreso más alto es de US \$107,500⁰⁰ que corresponde a la región de La Capital y el ingreso más bajo corresponde a Las Montañas con un ingreso promedio anual de US \$2,700⁰⁰.

La precipitación media anual promedio más alta, se presentó en la región de Los Tuxtlas con 2039.7 mm, por otro lado, fue en la región Sotavento donde se presentó el promedio de precipitación media anual más bajo con 1264.4 mm.

Cuadro 3. Características ambientales, sociales, productivas y económicas de los municipios del estado de Veracruz, en relación a la producción de tilapia.

REGIÓN	MUNICIPIO	IDH ¹	PA ² T	EXP ³ Años	PR ⁴ Mex \$	IV ⁵ Miles US\$	IPC ⁶ Miles US\$	TMA ⁷ °C	PMA ⁸ mm	ASNM ⁹ M
Del Nautla	Juchique de Ferrer	0.69	5.0	6	45	16.5	3.9	25.0	1,000	380
	Martínez de la Torre	0.80	5.0	8	40	14.7	7.4	22.7	2,036	151
	Nautla	0.78	0.8	12	30	1.7	6.2	25.5	1,338	10
	San Rafael	0.79	1.0	3	30	2.2	6.7	24.0	1,800	20
	Tlapacoyan	0.76	3.0	2	40	8.8	6.1	18.0	1,500	430
La Capital	Actopan	0.77	60.0	6	30	132.3	7.4	24.8	860	260
	Emiliano Zapata	0.81	25.0	10	45	82.7	8.1	25.2	2,779	885
De las Montañas	Atoyac	0.80	1.5	2	40	4.4	6.6	26.0	3,200	480
	Huatusco	0.75	.05	5			5.1	19.1	1,826	1,300
	Ixtaczoquitlan	0.80	0.2	11	60	0.9	7.5	18.0	1,800	1,186
	Paso del Macho	0.75	2.0	5	15	2.2	4.3	25.5	877	480
	Tepatlixco	0.68	1.2	2	40	3.5	2.5	21.0	1,680	780
Sotavento	Boca del Río	0.89	40.0	14	30	88.2	17.9	25.0	1,694	10
	Carrillo Puerto	0.70	8.0	15	50	29.4	4.1	25.0	813	180
	La Antigua	0.84	70.0	13	37	190.4	10.8	25.3	1,500	20
	Manlio F. Altamirano	0.78	12.0	3	40	35.3	6.2	25.2	909	67
	Medellín de Bravo	0.80	50.0	28	35	128.6	7.1	25.3	1,418	52
	Paso de Ovejas	0.80	18.0	7	30	39.7	7.6	25.0	1,500	40
	Puente Nacional	0.81	12.0	4	35	30.8	8.1	26.5	979	100
	Tlalixcoyan	0.76	70.0	25	30	154.4	5.4	25.8	1,302	10
Papaloapan	Alvarado	0.82	8.0	4	35	20.5	9.2	26.1	1,748	10
	Ángel R. Cabada	0.75	4.0	9	25	7.3	6.8	25.3	1,953	10
	Lerdo de Tejada	0.83	1.0	8	35	3.8	10.0	25.0	1,748	10
	Tierra Blanca	0.81	5.0	3	28	10.3	8.5	26.0	1,357	60
	Tlacotalpan	0.79	6.0	3	25	11.0	8.7	25.1	18	10
De los Tuxtlas	Catemaco	0.76	0.8	5	30	1.7	5.3	23.0	1,900	340
	San Andrés Tuxtla	0.74	0.6	5	35	1.5	5.4	23.0	1,900	300
	Santiago Tuxtla	0.72	9.0	20	30	19.8	5.0	24.3	2,314	200

¹Índice de Desarrollo Humano (IDH); ²Producción Anual (PA); ³Experiencia (EXP); ⁴Precio (PR); ⁵Ingreso por Venta (IV); ⁶Ingreso per Cápita (IPC); ⁷Temperatura Media Anual (TMA); ⁸Precipitación Media Anual (PMA); ⁹Altura Sobre el Nivel del Mar (ASNM).

Finalmente, fueron las regiones Del Nautla, Sotavento y Papaloapan quienes están a la altura sobre el nivel mar más baja, los valores promedio abarcan un rango de 20 a 198 m. Es la región de las montañas, la que está a mayor altura sobre el nivel del mar promedio con 845 m.

Si se observan los promedios de las variables de cada región de estudio, se puede apreciar que las regiones Sotavento y Capital son quienes poseen las variables sociales, productivas y económicas más altas, además, sus variables ambientales se ajustan a las necesidades para el cultivo de tilapia (Saavedra, 2003).

4.1.1. Variables con coeficiente de correlación significativo

Las correlaciones estadísticamente significativas se muestran en el Cuadro 4. Se observa que la producción anual se correlaciona significativamente con cinco variables, siendo con el ingreso por venta donde existe una alta correlación positiva, lo que indica que a mayor producción mayores ingresos se obtendrán. Por otra parte, existe una correlación negativa con la altura sobre el nivel del mar, esto sugiere que a mayor altura la producción de las granjas acuícolas es menor; esto puede estar originando que el precio de venta se incremente y de ahí la relación positiva entre el precio de venta y la altura, además de la distancia que existe de las áreas fuertes de producción, condiciones climáticas, etc. También, Las variables experiencia, ingreso per cápita y temperatura media anual se correlacionan positiva y significativamente con la producción.

Otras variables con correlación positiva y estadísticamente significativa son el ingreso per cápita e índice de desarrollo humano, esto sugiere que entre mayor ingreso per cápita haya en un territorio mayor será su índice de desarrollo humano.

Cuadro 4. Variables socioeconómicas y ambientales con coeficiente de correlación significativo.

VARIABLES	INDICADOR	IDH ¹	EXP ²	PR ³	IV ⁴	IPC ⁵	TMA ⁶	ASNM ⁷
Producción anual	Coeficiente de correlación ⁹ N		0.409* 28		0.990** 28	0.381* 28	0.432* 28	-0.466* 28
Ingreso per cápita ⁸ US \$	Coeficiente de correlación ⁹ N	0.924** 28						
Altura Sobre el Nivel del Mar	Coeficiente de correlación ⁹ N			0.428* 27				

¹Índice de Desarrollo Humano (IDH); ²Experiencia (EXP); ³Precio (PR); ⁴Ingreso por Venta (IV); ⁵Ingreso Per Cápita (IPC); ⁶Temperatura Media Anual (TMA); ⁷Altura Sobre Nivel del Mar. ⁸Dólares (US \$); ⁹N (número de datos involucrados). **La correlación es significativa al nivel 0.01. *La correlación es significativa al nivel 0.05.

El análisis de correlación permitió seleccionar a aquellas variables de mayor importancia para este estudio. Al seleccionar las variables significativas y asociarlas a un territorio usando un análisis Clúster, se obtendrán territorios heterogéneos de acuerdo al valor de cada variable (Rincón-Sánchez, 1996), lo que nos permitirá distinguir y clasificar las zonas de acuerdo con su grado de factibilidad para adoptar la industrialización de tilapia.

4.1.2. Representación de las variables con correlación significativa

Producción anual de tilapia en la zona de estudio

La tipología de productores se basó en el Plan Maestro Sistema Producto Tilapia para el estado de Veracruz (Reta *et al.* (2007) y Hernández-Mogica *et al.* (2002). Se consideran acuacultores empresariales a aquellos que superan los 10,000 kg de producción al año. Acuacultores en transición a aquellos que rebasan los 1,000 kg pero no superan los 10,000 kg anuales y acuacultores iniciales a los que no superan los 1,000 kg al año. Estimando lo anterior, los acuacultores empresariales se encuentran en los municipios de Actopan, Emiliano Zapata, Puente Nacional, Paso de Ovejas, La Antigua, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo, Boca del Río y Tlaxiaco. Los municipios restantes se clasifican en las categorías iniciales y en

transición (Figura 2). Las granjas con mayor producción se localizan en municipios pertenecientes a la zona de La Capital y Sotavento.

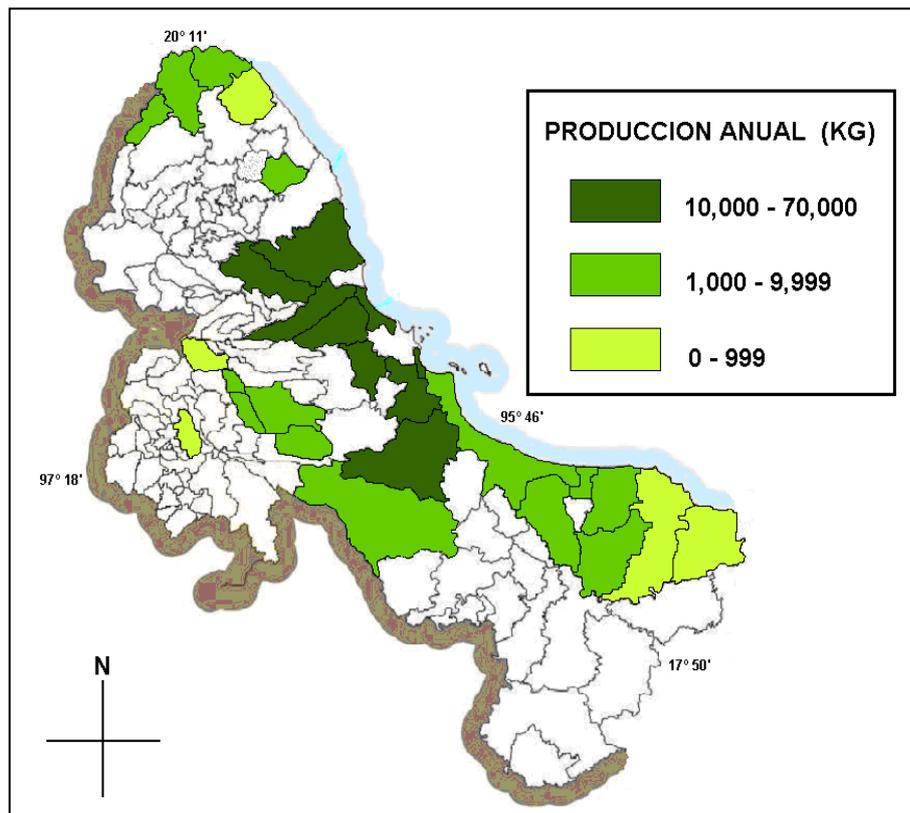


Figura 2. Clasificación de la producción anual de tilapia en el estado de Veracruz.

Precios de venta de tilapia en el estado de Veracruz

El precio de venta del kilogramo de tilapia abarcó un rango de \$15.00 a \$60.00 (Figura 3). El valor más alto de tilapia fue en el municipio de Ixtaczoquitlan perteneciente a la zona de Las Montañas, porque las condiciones ambientales traen como consecuencia poca producción, por lo que tiende a venderse a un precio alto para poder recuperar la inversión realizada en el cultivo. Por otra parte, se ve una zona homogénea, en color verde, que cubre la mayor parte del área de estudio, se considera que en esta zona el precio se encuentra en equilibrio. Desde un enfoque de mercados, se puede notar que en estas zonas la oferta satisface la demanda, lo que trae consigo una estabilidad en los precios de venta (Aragonés y Mascareñas, 1994). Las zonas coloreadas en azul (Ángel R. Cabada, Tlacotalpan y Paso del

Macho) representan a los municipios que tienen los menores precios por kilogramo de tilapia

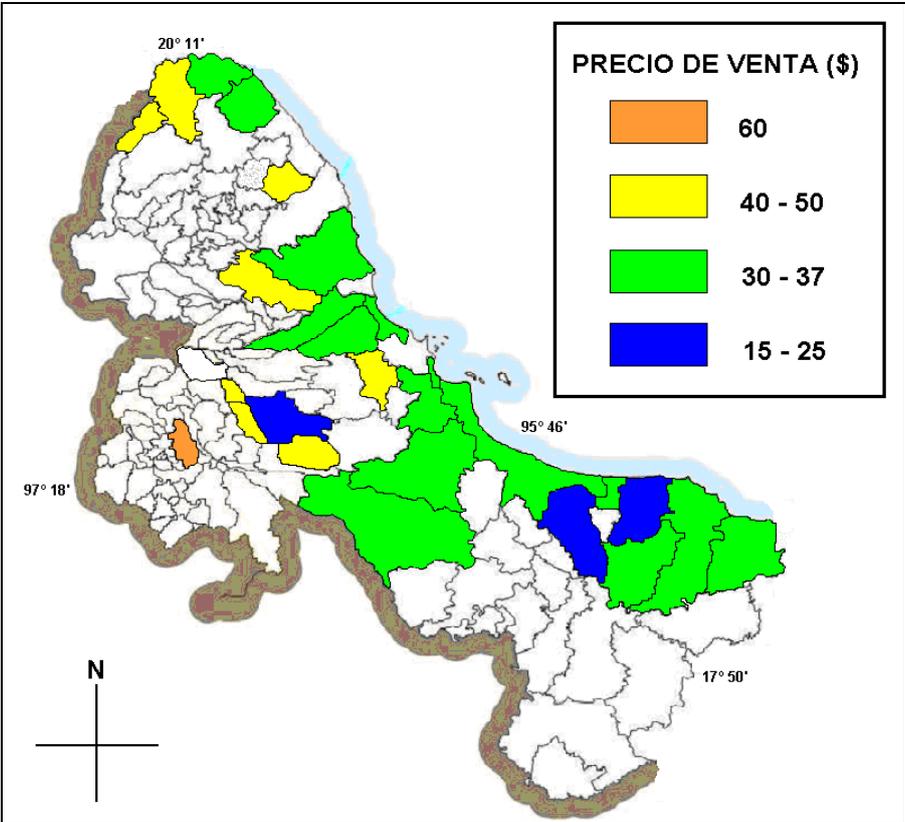


Figura 3. Representación de los precios de venta de tilapia en Veracruz.

Ingreso anual de los productores por venta de tilapia

Los ingresos que tienen los productores de tilapia están determinados por su producción anual, según el análisis de correlación realizado. Los ingresos más altos se encontraron en Emiliano Zapata, Actopan, La Antigua, Boca del Rio, Medellín de Bravo y Tlaxcoyan, éstos se localizan en la región de La Capital y Sotavento. Los municipios que tuvieron ingresos intermedios rodean a los que forman la zona con mayores ingresos por ventas. Los municipios que forman el tercer rango, con menores ingresos por ventas, se encuentran más aislados de la zona central y rodean a los municipios que se encuentran clasificados en el segundo nivel de ingresos. Éstos municipios se encuentran en las zonas Del Nautla, De las Montañas y De los Tuxtlas (Figura 4), por ser los de mas baja producción. Es importante notar

que los ingresos por ventas son menores conforme los municipios se alejan de las regiones de Sotavento y La Capital.

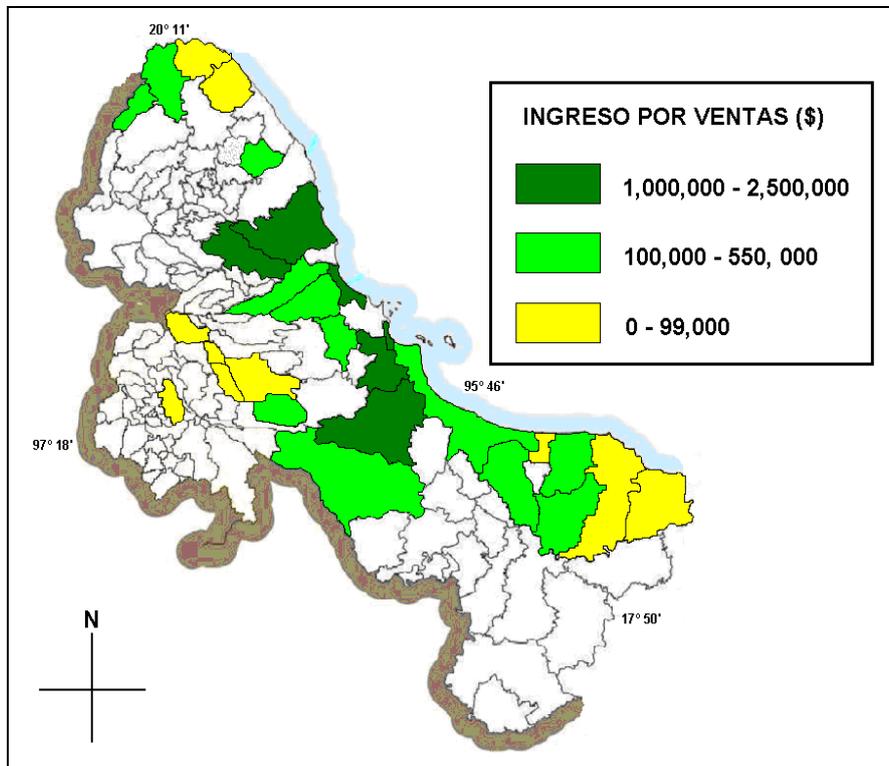


Figura 4. Clasificación municipal de productores de tilapia del estado de Veracruz por ingreso anual de ventas.

Experiencia de los productores de tilapia en Veracruz

La Figura 5 representa la ubicación de los municipios que tienen mayor número de años realizando el cultivo de tilapia. Es de notar, que los municipios con mayor experiencia en el cultivo de tilapia forman núcleos rodeados o aledaños de municipios con menos años en esta actividad. Los municipios de Boca del Río, Medellín de Bravo, Tlalixcoyan y Santiago Tuxtla que tienen más experiencia en acuicultura de tilapia, también figuran como principales productores dentro de su región geográfica.

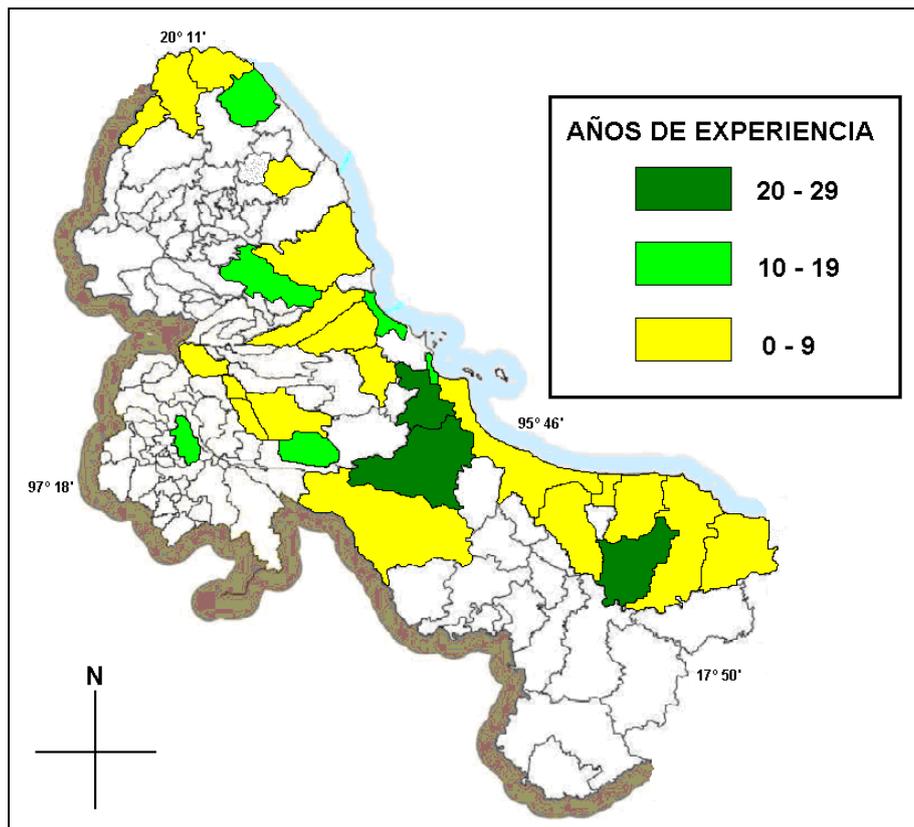


Figura 5. Municipios del estado de Veracruz clasificados de acuerdo a los años de experiencia como productores en cultivo de tilapia.

Ingreso per cápita de los productores de tilapia en Veracruz

El ingreso per cápita en el área de estudio se clasificó en tres rangos: 10,000 – 17,000; 6,000 – 9,500; y 1,000 – 5,500 dólares, quienes se denominan como ingresos altos, medios y bajos, respectivamente (Banco Mundial, 2009). Se observa, que La Antigua, Boca del Rio y Lerdo de Tejada tienen ingresos altos (Figura 6). Los dos primeros municipios son los principales productores de tilapia en todas las regiones de estudio y son quienes tienen un ingreso per cápita mayor. Caso contrario, en las zonas de Las Montañas y Los Tuxtlas, los ingresos per cápita predominantes son bajos al igual que su producción.

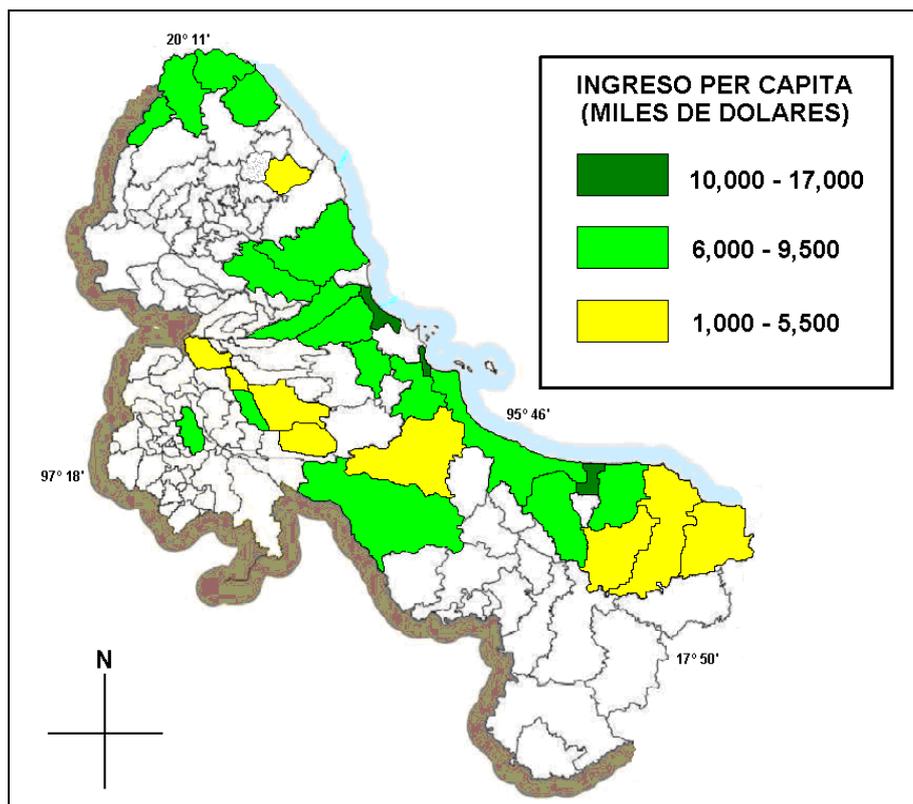


Figura 6. Distribución del ingreso per cápita promedio en algunos municipios del estado de Veracruz.

Índice de Desarrollo Humano en las zonas productoras de tilapia de Veracruz

Se observa que Boca de Rio, localizado en la región Sotavento, tiene el mayor índice de desarrollo humano (IDH) de las regiones de estudio y es uno de los municipios con ingreso per cápita más altos.

Los IDH más bajos se encontraron en Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Tepatlaxco e Ixtaczoquitlan, estas zonas también poseen los ingresos per cápita más bajos de las regiones productoras de tilapia, esto se confirma con la correlación obtenida en el análisis estadístico (Figura 7).

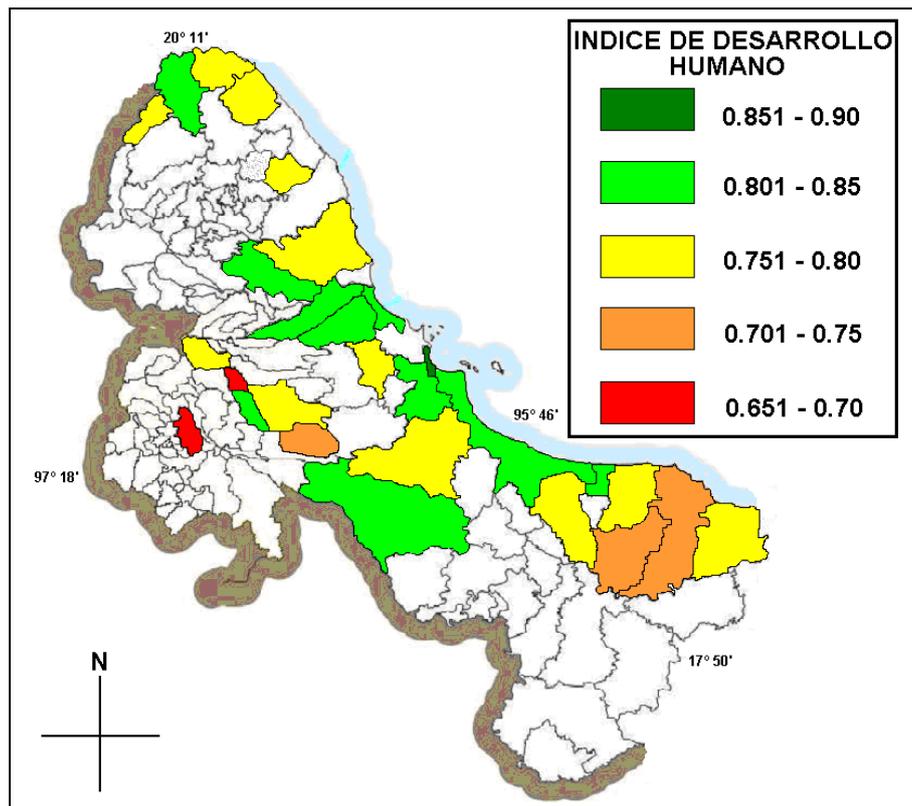


Figura 7. Distribución del Índice de Desarrollo Humano en los municipios productores de tilapia de Veracruz.

Altura sobre el nivel del mar de los municipios productores de tilapia en Veracruz

Huatusco e Ixtaczoquitlan, localizados en la zona de Las Montañas, son quienes están ubicados en las zonas más altas (Figura 8). De acuerdo con los datos del Cuadro 3, estos dos municipios productores tienen la producción más baja y los precios más altos de toda la zona de estudio.

Los municipios con alturas menores, forman una zona homogénea, abarcan zonas como Sotavento y Papaloapan, y se caracterizan por ser, en su mayoría, costeros, estas características les confieren condiciones ideales para el cultivo de tilapia (Saavedra, 2003). En esta zona, los precios de venta de tilapia son medios y la producción es alta. Boca del Río, Medellín de Bravo y Tlaxiaco son ejemplo de esto, pues su altura sobre el nivel del mar está entre 10 y 100 metros, los precios de

venta se encuentran en la zona media de la clasificación y su producción es de las más altas de la zonas en este estudio.

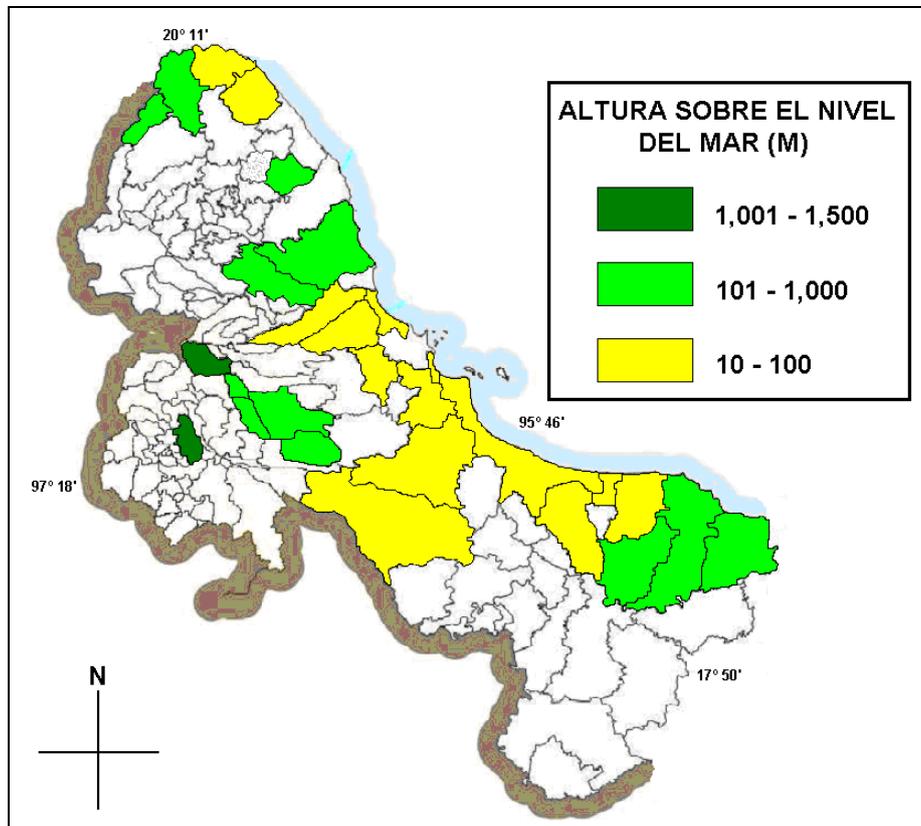


Figura 8. Altura sobre el nivel del mar de los municipios productores de tilapia.

Temperatura media anual del estado de Veracruz

Las temperaturas medias anuales de los municipios en donde se encuentran ubicadas las granjas consideradas en el área de estudio, se muestran en la Figura 9. Se observa que los municipios localizados en las zonas La Capital, Sotavento y Papaloapan tienen las temperaturas más altas; corresponde a la ubicación de las granjas que poseen mayor producción de tilapia, comparadas con las otras áreas en donde la temperatura media anual es menor.

Si se toma en cuenta, que la temperatura influye directamente en la producción de tilapia (Saavedra, 2003) deberían tomarse como referencia los municipios con

mayor temperatura como posibles zonas para el desarrollo de la acuicultura de este pez.

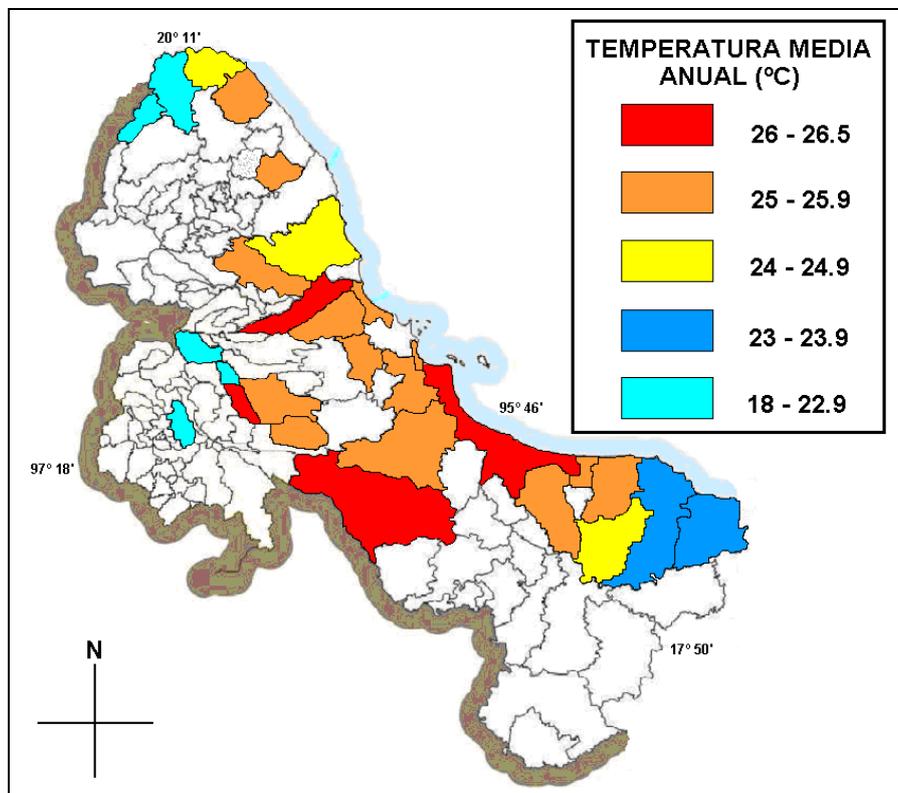


Figura 9. Temperatura media anual en los municipios del área de estudio con factibilidad de industrialización de tilapia.

4.1.3. Análisis Clúster de las variables significativas

Con base a la información arriba mostrada, se hizo un análisis Clúster que permitió identificar tres conglomerados de importancia (Figura 10). El conglomerado seleccionado, formado por los municipios con números 1, 2, 3, 4 y 5, agrupa las granjas en donde las variables de estudio con correlación significativa se mezclan homogéneamente. Esta combinación homogénea indica que los factores de tipo económico, productivo, social y ecológico tienen una mejor correlación.

Según las variables económicas, se infiere que los productores que tienen mayores ingresos por ventas tienen mayor capacidad de inversión en caso de que sea necesario incrementar la producción; además, un precio de venta estable y el

ingreso per cápita de la zona donde se ubican, permite a la población un mayor poder adquisitivo.

El criterio productivo engloba también variables de tipo social y ecológico. Puesto que los municipios que forman el conglomerado seleccionado se caracterizan por ser de los mayores productores, quienes tienen mayor experiencia en el cultivo, su IDH se encuentra entre la clasificación más alta y sobre todo, la zona se encuentra ubicada en sitios donde la temperatura media anual y la altura sobre el nivel del mar permiten un crecimiento adecuado a las tilapias (Saavedra, 2003).

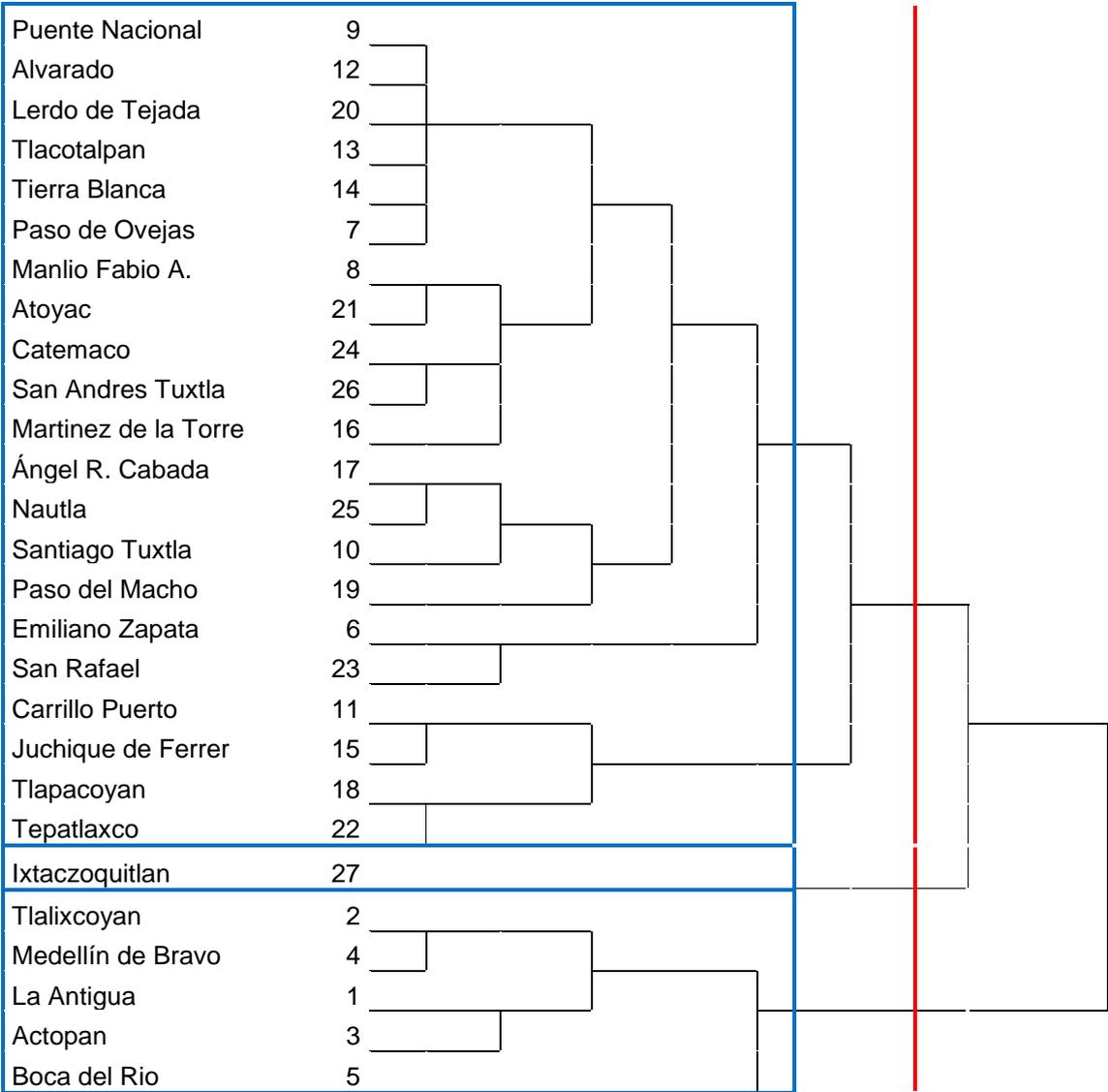


Figura 10. Grupos de municipios con potencial para industrialización de tilapia en Veracruz según la correlación de las variables socioeconómicas y ambientales.

4.1.4. Zonas con potencial para desarrollo de la industrialización de tilapia en Veracruz

Por todo lo anterior, se considera que la zona formada por los municipios de Tlalixcoyan, Medellín de Bravo, La Antigua, Actopan y Boca del Rio tiene potencial alto, desde un enfoque ambiental, económico y social, para desarrollar alguna actividad referente a la industrialización de tilapia (Figura 11). Dichos municipios se encuentran ubicados en las zonas de La Capital y Sotavento (CEDEMUN, 2005).

Las dos zonas restantes se clasificaron con nivel potencial medio y bajo. De acuerdo con sus características, la zona con potencial medio cuenta con condiciones ambientales adecuadas y experiencia suficiente, sin embargo, el precio de venta, la baja producción de la mayoría de los productores y un IDH muy variado, desfavorece el incremento de su potencial económico enfocado a la industrialización.

Finalmente, el tercer conglomerado lo forma un solo municipio, Ixtaczoquitlan, quien se encuentra aislado de las dos zonas anteriores. Su potencial ambiental y económico para la industrialización de tilapia se debe a que su producción es muy baja, es el peor clasificado de acuerdo a las condiciones ambientales, el precio de venta del kilogramo de pescado es muy alto y su IDH es el más bajo de los municipios de las seis zonas de análisis.

Se considera que además de un enfoque territorial, para el desarrollo de la industrialización de pescado, se tomen en cuenta modelos que permitan la utilización total de los peces para reducir los desechos que se generen, con esto se busca garantizar la competitividad de las empresas y mejorar las condiciones socioeconómicas y ambientales de la zona donde se desarrolla esta actividad (Nguyen *et al.*, 2009). Estos aspectos deberían considerarse cuando se pretenda

fomentar la industrialización de tilapia en Veracruz, sin embargo, para que esto suceda se necesitan alcanzar volúmenes de producción de pescado elevados (Nguyen *et al.*, 2009), la realidad es, que en el estado de Veracruz esta situación no se está dando (Reta *et al.*, 2007).

Si la industrialización masiva no es una opción real en estos momentos, puede pensarse en procesos de transformación artesanales rentables económicamente que sean adaptables a cada productor. En tanto no exista una red de procesamiento industrial a nivel estado de Veracruz, podría considerarse en el desarrollo tecnológico y su transferencia para el diseño de sistemas de producción de peces, que sean más productivos y ambiental y socialmente sostenibles en el tiempo (Brummett *et al.*, 2000), esto permitiría una producción en constante crecimiento que en determinado momento sería capaz de proveer materia prima para procesos de transformación de tilapia a nivel industrial.

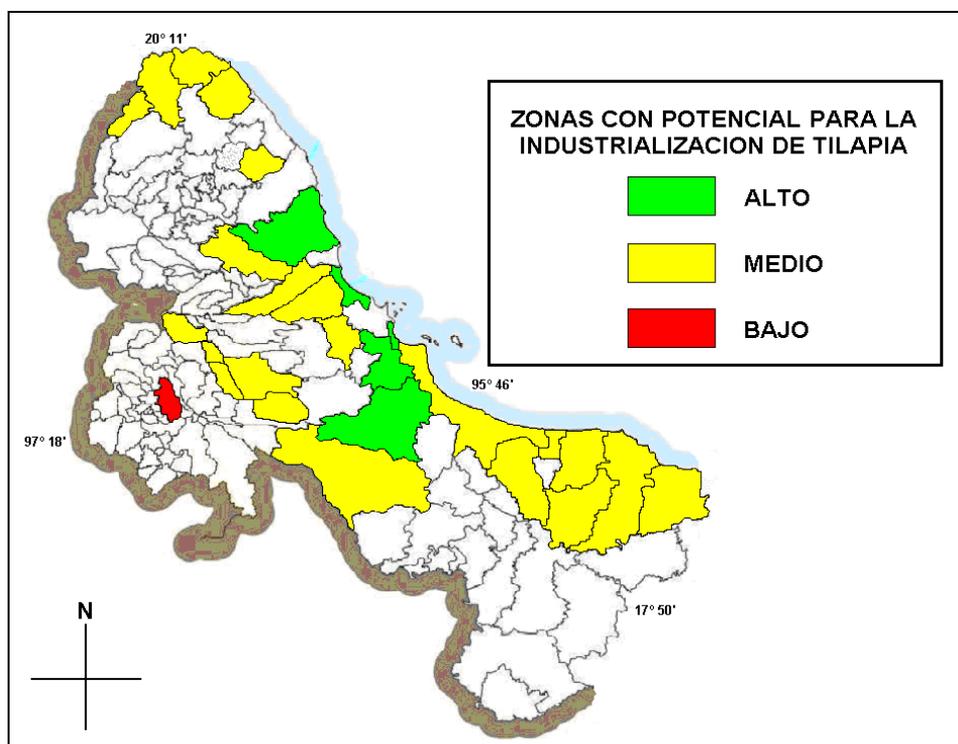


Figura 11. Distribución de los municipios de Veracruz con potencial para la industrialización de tilapia.

Con un enfoque económico, ambiental, social y productivo identificamos zonas con potencial alto, medio y bajo para la industrialización de tilapia en el estado de Veracruz. La zonificación para identificar áreas con potencial se ha utilizado por ejemplo, para determinar áreas adecuadas para el desarrollo de la acuicultura (Shahadat *et al.*, 2009); así como para la planeación de actividades en un territorio en donde se consideran variables similares a las que se utilizaron en este estudio (Johnson y Bennett, 1981; Cámara *et al.*, 1986).

Investigaciones realizadas por Ortiz-Lozano *et al.* (2009) indican que la incorporación del enfoque ecosistémico a los planes de zonificación, permite establecer áreas que integren aspectos sociales y económicos de los territorios estudiados. En esta investigación se incluyeron además aspectos ambientales y productivos, variables consideradas para estudios de este tipo (Johnson y Bennett, 1981; Cámara *et al.*, 1986). Esta combinación provee heterogeneidad a la división y clasificación del territorio en cuestión, porque la zona presenta patrones diferentes. Además, el enfoque ecosistémico permite la utilización de indicadores objetivos que pueden ser evaluados periódicamente para verificar la eficacia de la división del territorio. En este sentido, las variables consideradas en esta investigación, pueden medirse con facilidad mediante la aplicación de cuestionarios a las unidades de producción.

A pesar de la existencia de zonas potenciales para realizar industrialización de tilapia en el estado de Veracruz, la magnitud a la cual puede ejecutarse esta actividad aún no está definida, pues, solo se tiene localizado un productor que realiza un proceso artesanal para elaborar “Minilla de tilapia” alcanzando producciones anuales de 576 kilogramos de este platillo (Reta *et al.*, 2007). Siendo

necesario determinar el interés tanto de productores como de las autoridades para establecer esta industria.

Los factores económicos y técnicos de los sistemas de procesamiento actuales en Veracruz son una limitante para el desarrollo a gran escala de la industrialización de tilapia. Para mejorar las actividades productivas en el sector acuacultural, debe aplicarse un nuevo enfoque a los sistemas de procesamiento de pescado con la finalidad de mejorar su competitividad, viabilidad económica y la salud humana y del ecosistema, este enfoque debe considerar aspectos de tipo tecnológico, político, social y económico para el diseño de un modelo de industrialización (Nguyen *et al.*, 2009).

Lo anterior es importante, pues Veracruz no cuenta con el diseño y la implementación de redes eco-industriales de procesamiento de tilapia, que consideren aspectos tecnológicos, políticos y socio-económicos. Además, en los lugares donde se realiza la industrialización de pescado bajo este sistema, hay producciones por encima de 179,000 t/año de pescado (Nguyen *et al.*, 2009), cifra que no se alcanza en Veracruz (Reta *et al.*, 2007).

De todo esto podemos concluir, que el estado de Veracruz necesita impulso en cuestiones de producción en las zonas con potencial para industrialización, pues, como se vio, el abasto de pescado es uno de los factores principales para desarrollar la industrialización. Además de considerar todos los aspectos requeridos para una industria, como por ejemplo instalaciones, equipo, transporte, recursos económicos, etc.

En relación a la producción, esta podría manejarse desde un enfoque evolucionario que permita el desarrollo y transferencia de tecnología para el impulso de sistemas

de producción de peces, que sean más productivos y ambiental y socialmente sostenibles en el tiempo (Brummett *et al.*, 2000).

Desde un enfoque técnico-económico la industrialización de tilapia puede llevarse a cabo de manera artesanal y la comercialización del producto sería factible en el mercado local, siempre y cuando el diseño de procesamiento se adapte a las necesidades del productor, pues la mayoría de los productores en Veracruz están clasificados como iniciales o semi-empresariales (Reta *et al.*, 2007), por lo que se considera que la hipótesis específica número uno se rechaza parcialmente.

4.2. Análisis técnico-económico del sistema de procesamiento de tilapia identificado en el estado de Veracruz

4.2.1. Análisis técnico del sistema de elaboración de minilla

Como resultado de la aplicación del Cursograma Analítico al proceso de elaboración de minilla se obtuvieron datos relacionados con los siguientes aspectos:

- Rendimiento del pescado hervido
- Rendimiento de los ingredientes que se usaron para elaborar la salsa
- Distancia recorrida durante el trabajo
- Tiempo ocupado durante el proceso
- Costos de elaboración de minilla
- Diagrama de frecuencia de las actividades realizadas

El cálculo del rendimiento se realizó iniciando con un peso total de 10 kg de pescado fresco que fue sometido a procesos de descamado, eviscerado, hervido y desmenuzado obteniendo 4 kg de pulpa cocida, lo que representa un porcentaje de aprovechamiento de 40% del pescado fresco. De los ingredientes para elaborar la salsa (chiles secos y guajillo, cebolla, tomates, ajo, pimienta, comino, clavo, orégano, tomillo, laurel y agua) se tuvo un peso total inicial de 4 kg, luego de ser

sometidos a hervido y licuado se obtuvo un peso final de 2 kg de salsa, es decir, 50% del peso original. De los 14 kg iniciales que se utilizaron como materia prima para elaborar minilla, entre pescado e ingredientes para la salsa, se logró un aprovechamiento del 42.8% pues se obtuvo un peso total de 6 kg de minilla.

La distancia total recorrida fue de 89 m durante los 494.5 min que duró el tiempo del proceso. De acuerdo con lo observado, la gran distancia de recorrido se debe a la mala distribución del equipo que se usa para el proceso, principalmente la báscula, que es el equipo más aislado.

Referente a los costos en que se incurrieron para elaborar la minilla, los conceptos incluyen el pescado con \$450.00, mano de obra con \$180.00, ingredientes de la salsa con \$44.65 y energía con \$ 33.75, lo que nos da un total de \$ 708.40 por cada turno de procesamiento de pescado. Puede notarse a simple vista que el precio del insumo principal es demasiado caro, pues representa el 63.5% de los costos totales. Esto puede disminuir la rentabilidad del proyecto de elaboración de minilla.

El diagrama de frecuencia puede verse en la Figura 12 y 13, nótese que este diagrama es demasiado inestable, como el proceso de elaboración de minilla.

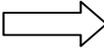
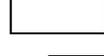
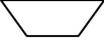
CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESAMIENTO DE TILAPIA EN FORMA DE MINILLA											
RESUMEN											
No. DE DIAGRAMA: 1	ACTIVIDAD			ACTUAL							
ACTIVIDAD: Elaboración de minilla	OPERACIÓN  TRANSPORTE  ESPERA  INSPECCIÓN  ALMACENAMIENTO  OPERACIÓN COMBINADA 	RENDIMIENTO:		6 Kg.							
METODO: Artesanal		DISTANCIA:		89 m.							
LUGAR: Martinez de la Torre, Ver.		TIEMPO:		494.5 min.							
REALIZADO POR: "Tilapia 1"		COSTOS:									
FECHA: 28 de noviembre de 2008		Mano de obra:		\$ 180.00							
		Pescado:		\$ 450.00							
		Ingredientes:		\$ 44.65							
	Energía:		\$ 33.75								
	Total:		\$ 708.40								
PROCESO	REND. (Kg)	DIST. (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO							
											
Recepción e inspección del pescado	10		5								
Traslado para pesar		8	0.5								
Pesado			5								
Traslado para lavar		9	0.5								
Lavado			5								
Traslado para eviscerar y descamar		1	0.5								
Descamado y eviscerado			30								
Traslado para lavado		1	0.5								
Lavado			10								
Traslado para pesado		9	1								
Pesado			0.5								
Traslado para hervido		11	0.5								
Hervido e inspección			60								
Traslado para enfriado y desmenuzado		6	5								
Desmenuzado e inspección			240								

Figura 12. Resultado de la aplicación del cursograma analítico al sistema de procesamiento para la elaboración de minilla de tilapia.

Traslado de la pulpa para pesado		5	0.5						
Pesado	4		0.5						
Traslado de la pulpa al refrigerador		7	0.5						
Limpieza e inspección de los ingredientes			15						
Traslado de los ingredientes para lavado		5	0.5						
Lavado de los ingredientes			5						
Traslado de los ingredientes para hervido		2.5	0.5						
Hervido e inspección de los ingredientes	4		15						
Traslado de los ingredientes para licuado		1.5	0.5						
Licuado de los ingredientes			10						
Traslado del licuado para sazonado		1.5	0.5						
Sazonado de la salsa	2		30						
Traslado de la pulpa hacia la estufa		3.5	0.5						
Mezcla de los ingredientes			5						
Secado e inspección de la minilla			45						
Traslado para pesado		11	0.5						
Pesado			0.5						
Traslado al refrigerador		7	0.5						
TOTAL	6	89	494.5						

Figura 13. Continuación del resultado de la aplicación del cursograma analítico al sistema de procesamiento para la elaboración de minilla de tilapia.

4.2.2. Analisis del recorrido durante el proceso de elaboración de minilla

Basados en la metodología de Distribución de Procesos (Baca, 2006), se construyó un modelo esquemático del acomodo actual de los equipos para representar los flujos que se realizan durante el proceso de elaboración de minilla y determinar cuáles son necesarios y cuáles pueden modificarse.

Como resultado de la aplicación de esta técnica de diagnóstico, se encontró que para elaborar minilla las personas hacen un total de 16 recorridos o flujos durante

todo el proceso. Además, se determinó que los flujos se dividen en cinco secciones: recorrido del pescado, primer recorrido de la pulpa de pescado, recorrido de los ingredientes, segundo recorrido de la pulpa de pescado y recorrido de minilla de tilapia.

En la Figura 14, se muestra la distribución del equipo y los flujos que se realizan. Cada flujo está numerado de acuerdo a la etapa del proceso a la que pertenece (Cuadro 5). Se observa, un ir y venir de flujos que se cruzan innecesariamente, por lo tanto, es necesario una redistribución de los equipos más usados para un mejor flujo de procesos, en términos de distancia (Baca, 2006).

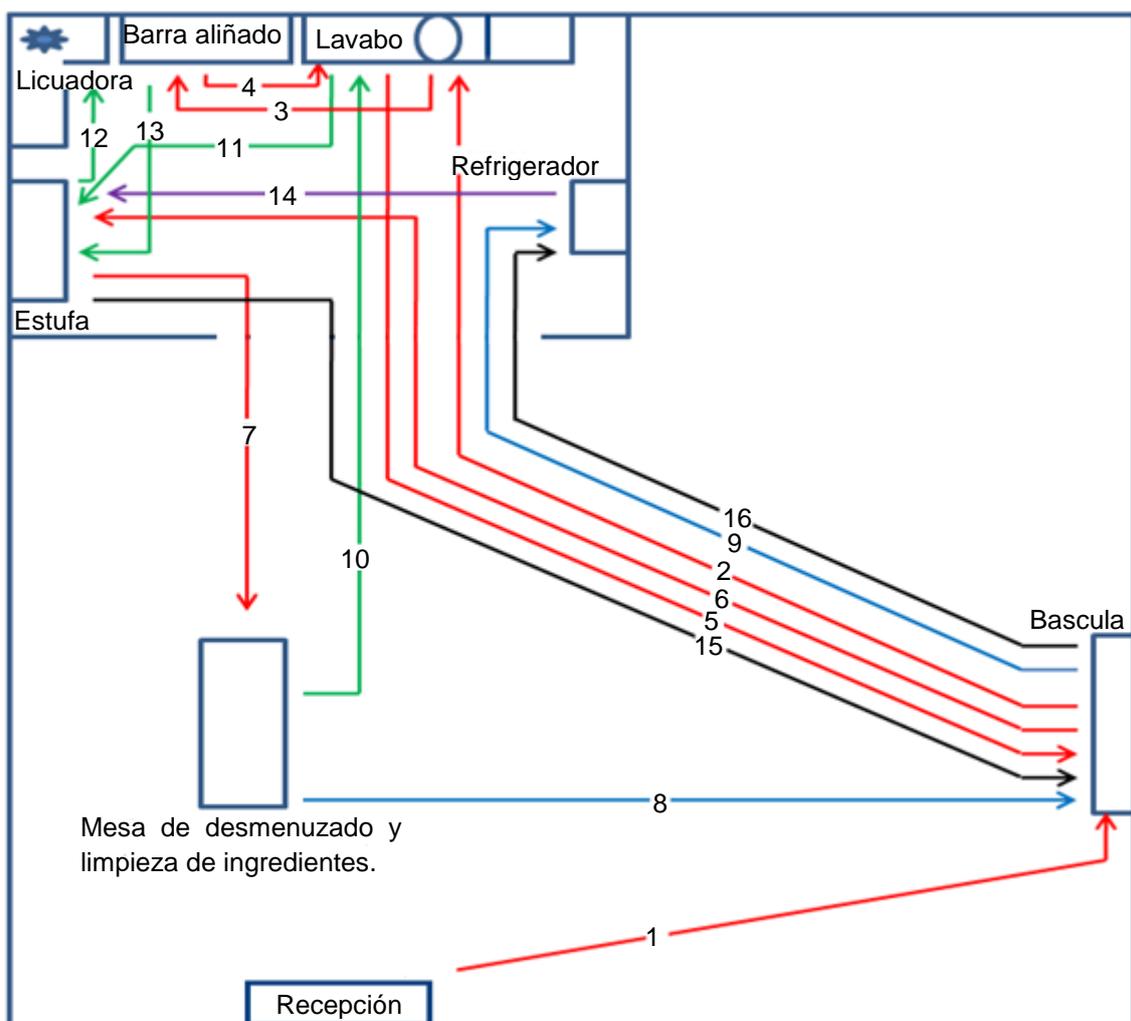


Figura 14. Representación del proceso de elaboración de minilla mediante un modelo esquemático de distribución de equipos.

Cuadro 5. Etapas del proceso de elaboración de minilla y sus flujos correspondientes.

FLUJOS		RECORRIDO DEL PESCADO
1.		Traslado a la báscula
2.		Traslado de la báscula al lavabo
3.		Traslado del lavabo a la barra de aliñado
4.		Traslado de la barra de aliñado al lavabo
5.		Traslado del lavabo a la báscula
6.		Traslado a la estufa
7.		Traslado a la mesa para desmenuzado
FLUJOS		PRIMER RECORRIDO DE LA PULPA DE PESCADO
8.		Traslado de la mesa de desmenuzado a la báscula
9.		Traslado de la báscula al refrigerador
FLUJOS		RECORRIDO DE LOS INGREDIENTES
10.		Traslado de la mesa de limpieza al lavabo
11.		Traslado del lavabo a la estufa
12.		Traslado de la estufa a la licuadora
13.		Traslado de la licuadora a la estufa
FLUJOS		SEGUNDO RECORRIDO DE LA PULPA DE PESCADO
14.		Traslado del refrigerador a la estufa
FLUJOS		RECORRIDO DE LA MINILLA
15.		Traslado de la estufa a la báscula
16.		Traslado de la báscula al refrigerador

A cada equipo utilizado para elaborar minilla se le asignó un número con el cual se identificó para poder realizar los análisis posteriores (Cuadro 6).

Cuadro 6. Codificación del equipo utilizado en la elaboración de minilla de tilapia.

EQUIPO	ABREVIACIÓN	CÓDIGO
Recepción	RECEP.	0
Báscula	BASC.	1
Lavabo	LAV.	2
Barra de aliñado	B.A.	3
Estufa	EST.	4
Mesa	ME.	5
Licuadora	LIC.	6
Refrigerador	REFRI.	7

En el Cuadro 7, se muestra el número de flujos que se generan durante el procesamiento de tilapia, la intervención de los equipos por recorrido y la codificación del recorrido de acuerdo con el Cuadro 6.

La información que aporta este cuadro es necesaria para poder determinar cuáles son los equipos que tienen mayor importancia en la elaboración de minilla.

Cuadro 7. Flujos codificados de acuerdo con el equipo utilizado en la elaboración de minilla.

NÚMERO DE FLUJOS	RECORRIDO	CODIFICACIÓN DEL RECORRIDO
1	Recépción-Báscula	(0-1)
2	Báscula-Lavabo	(1-2)
3	Lavabo-Barra de aliñado	(2-3)
4	Barra de aliñado-Lavabo	(3-2)
5	Lavabo-Báscula	(2-1)
6	Báscula-Estufa	(1-4)
7	Estúfa-Mesa	(4-5)
8	Mesa-Báscula	(5-1)
9	Báscula-Refrigerador	(1-7)
10	Mesa-Lavabo	(5-2)
11	Lavabo-Estufa	(2-4)
12	Estufa-Licuadaora	(4-6)
13	Licúadora-Estufa	(6-4)
14	Refrigerador-Estufa	(7-4)
15	Estufa-Báscula	(4-1)
16	Báscula-Refrigerador	(1-7)

Para determinar la importancia que tiene cada equipo en el proceso de elaboración de minilla se realizó el Cuadro 9 de recuento de uso, en el cual cada equipo cuenta con su número de identificación. Con base en este número y en la codificación de los recorridos se obtuvo el número de veces que cada equipo es utilizado. El equipo que más apariciones tiene en el proceso es considerado como el más importante y como eje del rediseño de sistema de producción. El resultado muestra que la báscula es el equipo que más puntos acumuló con ocho apariciones, es seguida por

la estufa con siete veces y por el lavabo quien es utilizado seis veces a lo largo del proceso. Esto indica que los equipos anteriores son los principales y que entorno a ellos debe realizarse la reestructuración del sistema de procesamiento de tilapia. Finalmente, el Cuadro 8 muestra que existen 32 relaciones o interacciones entre los equipos a lo largo del proceso de elaboración de minilla.

Cuadro 8. Recuento del número de participaciones que tiene cada equipo que interviene en el procesamiento de tilapia.

RECEP. (0)	BÁSC. (1)	LAV. (2)	B.A. (3)	EST. (4)	MESA (5)	LIC. (6)	REFRI. (7)	TOTAL
1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1		1	1		1	
	1	1		1				
	1	1		1				
	1			1				
	1							
1	8	6	2	7	3	2	3	32

4.2.3. Análisis económico del proceso de elaboración de minilla

Programa de producción de minilla

En los Cuadros 9 y 10 puede verse la proyección de la producción de minilla a lo largo de dos años. El grupo trabaja ocho turnos al mes y utiliza 10 kg de pescado por turno trabajado, lo que representa 80 kg de tilapia para procesar mensualmente. Logran una eficiencia del 40% en el desmenuzado, lo que equivale a 32 kg de pulpa obtenida mensualmente. Además, utilizan 16 kg de salsa por cada 32 kg de pulpa de pescado con lo que mensualmente producen 48 kg de minilla, esto representa una producción de 576 kg de minilla al año. Con este volumen de producción y teniendo un precio de venta de \$120.00 tienen un ingreso mensual de \$ 5,760.00 y un ingreso anual de \$69,120.00.

Cuadro 9. Proyección de la producción de minilla de tilapia durante el primer año de actividades del grupo de trabajo.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN AÑO 1	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Turnos al mes	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Kg. de pescado por turno	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kg. de pescado por mes	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Factor de eficiencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kg. de pescado procesado por mes	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	960
% de rendimiento de carne	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Kg. de carne obtenida al mes	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384
Kg. de salsa para minilla	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	192
Kg. de minilla al mes	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
INGRESOS													
AÑO 1													
Precio del Kg. de minilla	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Ventas por mes	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
Ingresos totales	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120

Cuadro 10. Proyección de la producción de minilla de tilapia durante el segundo año de actividades del grupo de trabajo.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN AÑO 2	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Turnos al mes	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Kg. de pescado por turno	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kg. de pescado por mes	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Factor de eficiencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kg. de pescado procesado por mes	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	960
% de rendimiento de carne	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Kg. de carne obtenida al mes	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384
Kg. de salsa para minilla	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	192
Kg. de minilla al mes	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
INGRESOS													
AÑO 2													
Precio del Kg. de minilla	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Ventas por mes	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
Ingresos totales	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120

Costos de operación

Los costos de operación que genera el grupo se muestran en los Cuadros 11 y 12 que corresponden al primer y segundo año de actividades. Los costos variables incluyen gastos de operación y gastos de venta. Los gastos de operación están conformados por materia prima, energía eléctrica, gas y mano de obra directa que en su conjunto hacen un total anual de \$66,839.00. Los gastos de venta incluyen los empaques que hacen un costo anual de \$576.00. En conjunto los costos variables hacen un monto de \$67,415.00. Por otro lado, los costos fijos están integrados por la renta del local, pago de agua y los consumibles cuyo monto es de \$8,348.00 anual. El total de egresos que sufraga el grupo representa la suma de los costos fijos y variables lo cual hace un monto anual de \$75, 763.00. Para este ejercicio se tuvo en consideración que los costos permanecerían constantes durante las proyecciones.

Cuadro 11. Proyección de los costos de operación durante el primer año de elaboración de minilla de tilapia.

COSTOS AÑO 1	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
COSTOS VARIABLES													
Gastos de operación	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	47,486
Materia prima		270		270		270		270		270		270	1,623
Electricidad	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	450
Gas	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	17,280
Mano de obra	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	66,839
Total gastos de operación	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
Gastos de venta	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
Total gastos de venta	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	67,415
TOTAL COSTOS VARIABLES													
COSTOS FIJOS													
Renta	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
Agua	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480
Consumibles	3,068												3,068
TOTAL COSTOS FIJOS	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL DE COSTOS	8,991	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	75,763

Cuadro 12. Proyección de los costos de operación durante el segundo año de elaboración de minilla de tilapia.

COSTOS AÑO 2	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
COSTOS VARIABLES													
Gastos de operación	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	3,957	47,486
Materia prima	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	1,623
Electricidad	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	450
Gas	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	17,280
Mano de obra	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	5,435	5,705	66,839
Total gastos de operación	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
Gastos de venta	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
TOTAL COSTOS VARIABLES	5,483	5,753	67,415										
COSTOS FIJOS													
Renta	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
Agua	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480
Consumibles	3,068												3,068
TOTAL COSTOS FIJOS	3,508	440	8,348										
TOTAL DE COSTOS	8,991	6,193	5,923	6,193	75,763								

Para poder obtener los datos de los Cuadros 11 y 12 fue necesario construir memorias de cálculo para cada concepto incluido en los costos variables y fijos. Esta memoria contiene los datos de las cantidades y los precios de los insumos que se necesitan para elaborar las cantidades de minilla calculadas en las proyecciones de producción.

El Cuadro 13 muestra el cálculo del costo mensual de la materia prima principal. Para obtener dicho costo fue necesario contar con el precio del kilogramo de tilapia, los kilogramos usados por turno de trabajo y los turnos laborados por mes. El costo mensual resultante por materia prima es de \$3,600.00.

Cuadro 13. Cálculo del costo mensual de tilapia para elaboración de minilla.

CONCEPTO	PRECIO POR KILOGRAMO (\$)	Kg POR TURNO	TURNOS AL MES	COSTO POR MES (\$)
Pescado	45	10	8	3,600

El cálculo de los ingredientes necesarios para elaborar la salsa para la minilla se muestra en el Cuadro 14. Este cuadro incluye el precio del kilogramo de ingredientes, la cantidad de ingredientes en kilogramos usados por cada 10 kg y 80 kg de pescado fresco, el precio de las cantidades utilizadas para 10 kg y 80 kg de pescado, así como también la cantidad de salsa hecha con los ingredientes antes y después de la evaporación debido a la cocción.

Este cuadro muestra que por cada 10 kg de pescado fresco se calculan 3.98 kg de salsa cruda que después de sazonado resultan 2 kg de salsa para minilla con un costo de \$44.65.

Del mismo modo para cada 80 kg de pescado fresco se calculan 31.84 de salsa cruda la cual se reduce a 15.92 kg de salsa para minilla, teniendo esta un costo de \$357.2.

Cuadro 14. Cálculo de las cantidades y precios de ingredientes para la salsa de minilla por cada 10 y 80 Kg de pescado fresco.

INGREDIENTES	\$/Kg	KG DE INGREDIENTES USADOS POR CADA 10 KG DE PESCADO FRESCO	PRECIO DE LOS INGREDIENTES POR CADA 10 KG DE PESCADO FRESCO (\$)	INGREDIENTES USADOS POR CADA 80 KG DE PESCADO FRESCO	PRECIO DE LOS INGREDIENTES POR CADA 80 KG DE PESCADO FRESCO (\$)
Chile guajillo	72	0.250	18.0	2.00	144.0
Chile seco	72	0.050	3.60	0.40	28.8
Tomate	6	1.000	6.00	8.00	48.0
Cebolla	13	0.550	7.15	4.40	57.2
Ajo	48	0.100	4.80	0.80	38.4
Pimienta	100	0.005	0.50	0.04	4.0
Comino	100	0.005	0.50	0.04	4.0
Clavo	120	0.005	0.60	0.04	4.8
Orégano	100	0.005	0.50	0.04	4.0
Tomillo	100	0.005	0.50	0.04	4.0
Laurel	100	0.005	0.50	0.04	4.0
Agua	1	2.000	2.00	16.00	16.0
Kg DE SALSA SIN COCER		3.980	44.65	31.84	357.2
Kg DE SALSA DESPUES DE LA COCCIÓN	50%	1.99		15.92	

El cálculo mensual y bimestral de energía eléctrica se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Cálculo del costo de la energía eléctrica mensual y bimestral.

EQUIPO	UNIDADES	Kw/TURNO	\$ POR Kw	TURNO AL MES	(\$) MENSUAL	(\$) BIMESTRAL
Refrigerador	1	12	1.35	8	129.6	259.2
Báscula electrónica	1	0.002	1.35	8	0.216	0.432
Licuada	1	0.5	1.35	8	5.4	10.8
					135.216	270.432

El cálculo del costo de consumo de gas se ilustra en el Cuadro 16, el cual incluye conceptos como el gasto de kilogramo de gas por turno de trabajo, el precio del kg de gas y los turnos trabajados por mes. Considerando los conceptos anteriores, el costo por consumo de gas al mes es de \$37.50.

Cuadro 16. Cálculo del costo de gas mensual generado por la elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	KG DE GAS POR TURNO	COSTO DEL KG DE GAS (\$)	TURNOS AL MES	COSTO MENSUAL DE GAS (\$)
Gas	0.625	7.5	8	37.50

Los costos por mano de obra directa se calcularon tomando en cuenta la cantidad de personas que participan para la elaboración de minilla. En este caso existe una persona dedicada completamente a este proceso, quien es ayudada por otra de manera parcial. Se utilizan 1.5 jornales por turno para llevar a cabo el procesamiento de 10 kg de tilapia y se trabajan ocho turnos al mes. Se considera que cada jornal es pagado a \$120.00 y que se trabajan 12 jornales por mes. Por lo anterior, el costo por mano de obra mensual es de \$1,440.00.

El costo de los empaques está en función de la producción de minilla, actualmente se está produciendo 48 kg de minilla al mes. El costo por envase de unicel de 1 kg es de \$1.00, con estos datos calculamos que el costo mensual por envase es de \$48.00.

Los consumibles representan un costo fijo que se realizó durante el primer mes de iniciado el proyecto. Los materiales incluidos en estos costos fijos son de uso corriente, los cuales se necesitan como herramientas para la elaboración de la minilla. Estos pueden apreciarse en el Cuadro 17 el cual muestra la cantidad de

cada utensilio y su costo correspondiente. La suma de los costos de los consumibles es de \$3,068.00.

Cuadro 17. Cálculo de los consumibles necesarios para la elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	COSTO (\$)	UNIDAD	TOTAL
Cacerola de aluminio	285	2	570
Cuchillo	20	2	40
Descamador	25	2	50
Tabla de picar	64	1	64
Bandeja de plástico	16	4	64
Cucharón	15	4	60
Tara	400	1	400
Mesa de plástico	150	5	750
Sillas	50	10	500
Licuada	200	1	200
Cofias	120	1	120
Cubre bocas	250	1	250
			3,068

Respecto a la renta, es una cuota fija por uso del local de procesamiento que asciende a \$400.00 mensuales.

El agua es un costo fijo que se paga mensualmente, independiente de la cantidad de agua utilizada, en este caso, el costo por uso de agua es de \$40.00.

Cálculo del punto de equilibrio

Se realizó este ejercicio utilizando las ventas totales, los costos fijos y variables. El objetivo de calcular el punto de equilibrio fue determinar cuál es el monto total en pesos que se necesita vender para que la empresa no gane pero tampoco genere pérdidas. Utilizando la fórmula de cálculo de punto de equilibrio se determinó que \$338,423.00 es la cantidad que se necesita vender para no tener pérdidas en el proyecto. De esta suma de dinero el 98% representa los costos variables, que son los que se buscan cubrir puesto que, los costos fijos permanecen constantes pese al

incremento de los costos variables. El Cuadro 18 muestra que las ventas en punto de equilibrio son de \$338,423.00 y el valor de los costos variables es de \$330,075.00, con lo que al realizar la resta correspondiente nos genera un valor de \$8,348.00 que corresponde a la utilidad bruta por ventas. Esta utilidad bruta por ventas se resta a los costos fijos los cuales son iguales, con lo que la utilidad neta es cero. Lo anterior demuestra que el punto de equilibrio es correcto.

Cuadro 28. Cálculo del punto de equilibrio del sistema de elaboración de minilla.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2
Ventas totales	69,120.00	69,120.00
Costos fijos	8,348.00	8,348.00
Costos variables	67,415.00	67,415.00
INDICADORES		
Ventas en punto de equilibrio	338,423.00	338,423.00
% de costos variables	0.98	0.98
COMPROBACION		
Ventas	338,423.00	338,423.00
(-) Costos variables	330,075.00	330,075.00
Utilidad bruta	8,348.00	8,348.00
(-) Costos fijos	8,348.00	8,348.00
UTILIDAD NETA	0	0

Capital de trabajo

Se tuvo un ingreso total de \$69, 120.00, costos variables por \$67,415.00 y costos fijos por \$8,348.00. El total de ingresos acumulados fue de \$69,120.00 y el de egresos \$75,763.00. La diferencia entre ambos conceptos es de -\$ 6,643.00, que se toma como el capital de trabajo. En este caso el capital de trabajo no tendió a un flujo positivo por lo que el proyecto no es rentable (Cuadro 19).

Cuadro 193. Cálculo del capital de trabajo necesario para la elaboración de minilla de tilapia.

DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Ingresos por venta	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
TOTAL DE INGRESOS	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
EGRESOS													
Costos variables	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	67,415
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	8,991	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	75,763
SALDO	-3,231	-433	-163	-433	-163	-433	-163	-433	-163	-433	-163	-433	-6,643
SALDO ACUMULADO	-3,231	-3,664	-3,827	-4,260	-4,422	-4,855	-5,018	-5,451	-5,614	-6,047	-6,210	-6,643	

Fuentes de financiamiento

Referente a las fuentes de financiamiento, no se recibe ningún recurso de alguna fuente externa, todas las inversiones corren por cuenta del propietario del proyecto.

Los conceptos que conforman el financiamiento propio son las inversiones fijas, las inversiones diferidas y los gastos de operación. Las inversiones fijas se desglosan en: mesa de acero inoxidable, báscula electrónica, lavabo, estufa y refrigerador. Esta inversión hace un monto de \$14,500.00. Las inversiones diferidas están conformadas por: tramite de RFC, empadronamiento municipal y pago por registro de salubridad en la SSA. El monto de estas inversiones es de \$2,500.00.

Finalmente, los gastos de operación que consisten en el capital de trabajo generan una inversión por \$6,643.00. En conjunto el capital necesario para invertir hace una suma total de \$23, 643.00, esto puede apreciarse de mejor manera en el Cuadro 20.

El programa de inversiones tiene como finalidad calendarizar el uso de los recursos considerados en el proyecto. El Cuadro 21 hace referencia al programa de inversiones, se puede observar que los \$14,500.00 designados a inversiones fijas se utilizan desde el primer mes del inicio del proyecto. Las inversiones diferidas hacen un monto de \$2,500.00 y se requieren al segundo mes, en tanto los gastos de operación o capital de trabajo suman \$6,643.00 y se empiezan a utilizar desde el arranque del proyecto.

Cuadro 204. Conceptos analizados que integran la inversión total del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	VALOR	UNIDAD	TOTAL	EXTERNO	%	OTRO	%	PRODUCTOR	%	TOTAL
INVERSIONES FIJAS										
Mesa de acero inoxidable	3,000	1	3,000					3,000	100	3,000
Báscula electrónica	1,500	1	1,500					1,500	100	1,500
Lavabo	4,000	1	4,000					4,000	100	4,000
Estufa	2,500	1	2,500					2,500	100	2,500
refrigerador	3,500	1	3,500					3,500	100	3,500
SUBTOTAL INVERSIONES FIJAS			14,500					14,500		14,500
INVERSIÓN DIFERIDA										
Tramite de RFC	500	1	500					500	100	500
Empadronamiento municipal	500	1	500					500	100	500
SSA	1,500	1	1,500					1,500	100	1,500
SUBTOTAL INVERSIÓN DIFERIDA			2,500					2,500		2,500
GASTOS DE OPERACIÓN										
Cápital de trabajo	6,643	1	6,643					6,643	100	6,643
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN			6,643					6,643		6,643
TOTAL DEL PROYECTO			23,643							23,643

Cuadro 51. Calendarización de las inversiones que se realizaron en el proceso analizado de elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INVERSIONES FIJAS													
Mesa de acero inoxidable		3,000											3,000
Báscula electrónica		1,500											1,500
Lavabo		4,000											4,000
Estufa		2,500											2,500
refrigerador		3,500											3,500
SUBTOTAL INVERSIONES FIJAS		14,500											14,500
INVERSIÓN DIFERIDA													
Tramite de RFC								500					500
Empadronamiento municipal								500					500
SSA								1,500					1,500
SUBTOTAL INVERSIÓN DIFERIDA								2,500					2,500
GASTOS DE OPERACIÓN													
Cápital de trabajo		6,643											6,643
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN		6,643											6,643
TOTAL DEL PROYECTO		21,143						2,500					23,643

Flujo de efectivo

El Cuadro 22 muestra el flujo de efectivo de la empresa durante el primer año de producción. Los ingresos se generan desde el primer mes de labores. Los ingresos mensuales por ventas fueron de \$5,760.00 y permanecieron constantes a lo largo del año, lo que generó un ingreso por ventas anual de \$69,120.00. A estos ingresos se le sumaron inversiones fijas, diferidas y capital de trabajo, estos conceptos sumaron un monto de \$23,643.00. Los ingresos totales del proyecto se obtuvieron de la suma de ingresos por ventas, las inversiones y el capital de trabajo; lo anterior generó un ingreso total de \$92,763.00.

Los egresos totales se generaron de la suma de los costos variables, los costos fijos, inversiones fijas y diferidas. Los costos variables fueron de \$67,415.00 y los costos fijos de \$8,348.00 que hacen un monto total de egresos de \$75,763.00. Las inversiones fijas e inversiones diferidas hacen un total de \$17,000.00. El monto de egresos sumó un total de \$92,763.00. De esta manera, los ingresos se hicieron igual que lo egresos y en este periodo anual la empresas no tuvo ni pérdidas ni ganancias.

En un principio las inversiones fijas y diferidas se tomaron como ingreso puesto que, es un capital entrante a la organización aportado por los integrantes del grupo para iniciar los trabajos de la empresa, en otras palabras es capital que está entrando directamente como efectivo para inversión. Sin embargo, estos ingresos se convirtieron en egresos al ser un desembolso que hace la empresa al comprar el equipo necesario para elaborar minilla.

El Cuadro 23 muestra el flujo de efectivo del segundo año de producción, para este ejercicio ya no se incluye aportaciones de la empresa, como las inversiones, pues se

realizaron en el primer ciclo y fueron cobradas en el mismo. Los ingresos totales durante el segundo año fueron de \$69,120.00. Sin embargo, este capital es insuficiente para cubrir los egresos totales que acumulan un total de \$75, 763.00 por lo cual se tuvo un saldo acumulado mensual negativo durante todo el año, concluyendo con una pérdida de capital anual de \$6,643.00. Estos flujos de efectivo dejan ver que el proyecto de elaboración de minilla en la situación actual no resulta rentable.

Cuadro 62. Flujo de efectivo del primer año de actividades del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Saldo del mes anterior		3,412	2,979	2,816	2,383	2,221	1,787	1,625	1,192	1,029	596	433	
Ventas	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
APORTACIONES DE LA EMPRESA													
Inversión fija	14,500												14,500
Inversión diferida		2,500											2,500
Capital de trabajo	6,643												6,643
TOTAL DE INGRESOS	26,903	11,672	8,739	8,576	8,143	7,981	7,547	7,385	6,952	6,789	6,356	6,193	92,763
EGRESOS													
Costos variables	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	67,415
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	8,991	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	5,923	6,193	75,763
SALDO	17,912	5,479	2,816	2,383	2,221	1,787	1,625	1,192	1,029	596	433	0	
INVERSIONES DEL PRODUCTOR													
Inversión diferida		2,500											2,500
SALDO	17,912	2,979	2,816	2,383	2,221	1,787	1,625	1,192	1,029	596	433	0	
Inversión fija	14,500												14,500
SALDO	3,412	2,979	2,816	2,383	2,221	1,787	1,625	1,192	1,029	596	433	0	

Cuadro 73. Flujo de efectivo mensual del segundo año de producción de minilla de tilapia.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Saldo del mes anterior	0	-3,231	-3,664	-3,827	-4,260	-4,422	-4,855	-5,018	-5,451	-5,614	-6,047	-6,210	
Ventas	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	5,760	69,120
TOTAL DE INGRESOS	5,760	2,529	2,096	1,933	1,500	1,338	905	742	309	146	-287	-450	69,120
EGRESOS													
Costos variables	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	5,483	5,753	67,415
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	8,991	6,193	5,923	6,193	75,763								
SALDO	-3,231	-3,664	-3,827	-4,260	-4,422	-4,855	-5,018	-5,451	-5,614	-6,047	-6,210	-6,643	

Proyección financiera

Con base en los dos primeros años de producción se realizó una proyección financiera con un horizonte de cinco años, con la finalidad de ver en números el futuro que tendrá la empresa manteniendo los volúmenes de producción actuales (Cuadro 24). Se observa que en el primer año existe un saldo cero al restar los ingresos y egresos, dado que son iguales, por lo tanto, la relación Beneficio/Costo (B/C) es igual a 1. El punto de equilibrio en ventas calculado es igual a \$338,423.00. En tanto, los kilogramos de minilla que se necesitan vender para mantener el punto de equilibrio son 2,820.2 a un precio de \$120.00.

A partir del segundo hasta el quinto año se han retirado las aportaciones del grupo productor de minilla, lo cual deja ver que existe un saldo negativo de \$6,476 pues los egresos rebasan a los ingresos. Durante este periodo el B/C bajo a 0.91, lo que indica que el proyecto no es rentable (Muñante, 2002; Rucoba *et al.*, 2006; Merinero *et al.*, 2005). Los puntos de equilibrio en ventas y en kilogramos necesarios de venta permanecen constantes a lo largo del horizonte proyectado.

Esta proyección deja ver que no existen ingresos al realizar esta actividad productiva, al contrario se está teniendo un pérdida de capital anual de \$6,476. En resumen, el proyecto no resulta viable con los números actuales.

Cuadro 84. Proyección financiera de la elaboración de minilla de tilapia a un horizonte de cinco años.

PROYECCIÓN FINANCIERA ANUAL					
CONCEPTO	CICLOS				
	1	2	3	4	5
INGRESOS EN EFECTIVO					
Ventas totales	69,120	69,120	69,120	69,120	69,120
Aportación del productor					
Inversiones fijas	14,500				
Inversión diferida	2,500				
Capital de trabajo	6,643				
Total Ingresos.	92,763	69,120	69,120	69,120	69,120
EGRESOS					
Total de costos de producción	75,763	75,763	75,763	75,763	75,763
Otros egresos					
Inversiones fijas con recursos del productor	14,500				
Inversiones diferidas	2,500				
Total egresos.	92,763	75,763	75,763	75,763	75,763
SALDO	0	-6,643	-6,643	-6,643	-6,643
UTILIDAD NETA	0	-6,643	-6,643	-6,643	-6,643
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1.00	0.91	0.91	0.91	0.91
CAPACIDAD DE PAGO	0	-6,643	-6,643	-6,643	-6,643
VENTAS EN PUNTO DE EQUILIBRIO (\$)	338,423	338,423	338,423	338,423	338,423
VPE KG	2,820.2	2,820.2	2,820.2	2,820.2	2,820.2

Tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN)

El Cuadro 25 es un modelo de cálculo de la Tasa de Interna de Retorno y del Valor Actual Neto del proyecto. Para el cálculo, es necesario el ingreso por ventas, los costos de operación, los ingresos del proyecto, los beneficios del proyecto, las inversiones y una TREMA, es decir, una tasa de rendimiento mínima aceptable, que servirá como punto de partida para verificar que tan rentable resulta el proyecto. Se estableció una TREMA del 14.6%, considerando aspectos como los CETES, tasas de riesgo de las inversiones en el país, inflación, tasa de riesgo del proyecto y la tasa de riesgo del sector del proyecto. Se obtuvo un VAN de - \$38,273.00 y una Tasa Interna de Retorno menor a cero, estos valores indican que el proyecto no es rentable, para ser rentable es necesario que los valores de estos dos indicadores sean mayores a cero (Muñante 2002; Rucoba *et al.*, 2006; Merinero *et al.*, 2005).

Además, antes de los cálculos de los indicadores se ve un flujo negativo a lo largo de los cinco años que se proyectó como horizonte del proyecto.

Cuadro 95. Rentabilidad de la elaboración de minilla de tilapia con base en la TIR y el VAN.

CONCEPTO	CICLOS				
	1	2	3	4	5
Ventas		69,120	69,120	69,120	69,120
Costos de operación		76,026	76,026	76,026	76,026
Beneficios del proyecto		-6,906	-6,906	-6,906	-6,906
Inversiones	23,906				
Valores residuales					0
Inversión del capital de trabajo	6,906				
Recuperación del capital de trabajo					-6,906
Flujo de efectivo	-17,000	-6,906	-6,906	-6,906	-13,812
TREMA	14,6%				
TIR	N/A				
VAN	-38,273				

Análisis de sensibilidad

Se plantearon cuatro escenarios posibles, para comprobar hasta qué nivel baja la rentabilidad del proyecto. Se puede ver que el proyecto en las condiciones actuales tiene un B/C de 0.91 y en los escenarios posteriores este valor disminuye hasta el escenario más crítico de 0.69 lo que indica que el proyecto no es rentable (Muñante, 2002; Rucoba *et al.*, 2006; Merinero *et al.*, 2005) (Cuadro 26).

Cuadro 106. Escenarios planteados en el análisis de sensibilidad.

CONCEPTO	DATOS INICIALES	DISMINUCION EN EL VOLUMEN DE PRODUCCION 10%	DISMINUCION EN EL PRECIO DE VENTA 10%	INCREMENTO DEL INSUMO PRINCIPAL 10%	ESCENARIO CRÍTICO (*)
Producción kg	576.00	518.40	576.00	576.00	518.40
Precio del kg de minilla	120.00	120.00	108.00	120.00	108.00
Precio del kg de tilapia	45.00	45.00	45.00	49.50	49.50
Ingresos totales	69,120.00	62,208.00	62,208.00	69,120.00	55,987.20
Costo total	76,025.79	76,025.79	76,025.79	80,774.43	80,774.43
Utilidad	-6,905.79	-13,817.79	-13,817.79	-11,654.43	-24,787.23
Punto de equilibrio	109.99	122.21	122.21	116.86	144.27
Relación B/C	0.91	0.82	0.82	0.86	0.69

(*)Suma de todos los escenarios

4.3. Propuesta técnico-económica para mejorar la rentabilidad del sistema de industrialización de minilla en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz

4.3.1. Rendimiento de carne de tilapia para producción de pulpa

Los resultados de los pesos, longitudes y rendimiento de carne de cada pez por rango se registran en el Cuadro 27. Estos registros se utilizaron para los análisis de varianza (ANDEVA) con el objetivo de comprobar que no existen diferencias significativas en el porcentaje de carne desmenuzada en cada rango de peso.

Cuadro 117. Registro de medidas tomadas de peces de diferentes tallas.

RANGO	VAR.	PESO (g)	LONG. T (cm)	LONG. P (cm)	ALT. (cm)	ANCHO (cm)	EVISC. (g)	HERVIDO (g)	DESM. (g)	REND. (%)
100-200	Stirling	118	17.8	14.4	5.7	2.5	81	69.7	42.8	36.2
	Stirling	124	18.4	15.1	5.9	2.5	96	77.5	46.4	37.4
	Stirling	139	19.6	16.0	6.4	2.6	112	89.0	48.0	34.4
	Stirling	151	20.0	16.3	6.3	2.9	121	95.7	51.3	33.9
	Stirling	196	22.3	19.0	6.4	3.1	158	130.9	69.9	35.6
200-300	Stirling	262	23.7	20.2	7.2	3.4	227	191.7	113.2	43.0
	Stirling	265	24.0	20.5	7.1	3.2	217	194.7	117.7	44.0
	Stirling	273	24.7	20.5	7.5	3.5	223	205.7	101.6	37.0
	Stirling	290	23.1	19.7	8.2	3.5	237	195.1	121.4	42.0
	Stirling	297	25	21.2	7.5	3.5	245	235.0	136.6	46.0
300-400	Stirling	316	25.3	21.5	8.0	3.5	270	211.1	129.9	41.0
	Stirling	318	24.0	20.5	7.5	3.6	242	219.1	132.0	42.0
	Stirling	324	26.0	22.0	8.1	3.5	273	245.4	163.5	50.0
	Stirling	354	25.5	22.0	8.0	3.5	286	262.0	156.9	44.0
	Stirling	399	27.0	23.0	9.3	3.8	330	288.8	116.1	29.0
400-500	Stirling	414	29.7	24.9	8.3	4.1	383	292.0	172.0	41.5
	Stirling	439	28.4	23.9	8.9	3.9	330	296.9	158.4	36.1
	Stirling	453	28.7	23.7	9.6	3.9	376	352.2	188.2	41.5
	Stirling	470	29.3	24.6	9.6	3.8	385	340.0	170.4	36.2
	Stirling	509	31.0	25.6	10.1	3.5	423	356.3	218.3	42.9

El resultado de los análisis estadísticos descriptivos se muestra en el Cuadro 28. En dicho cuadro se registran los resultados por cada grupo a analizar. Puede verse que la media del rendimiento varía desde un 35.55 hasta un 42.4 %. La media total es de 39.7 % de rendimiento de carne lo que es similar al 40 % registrado durante el diagnóstico de elaboración de minilla con el método de hervido tradicional. La

diferencia que existe utilizando el método propuesto por Kong *et al.* (2007) es que el tiempo de hervido es de 15 minutos por cada cinco kilogramos de pescado, con lo que el tiempo de cocción de 10 kg de pescado se reduce de 60 minutos, que toma con el método de hervido tradicional, a 30 minutos a una temperatura de 115 °C y una presión de 7.5 psi.

Cuadro 128. Estadísticos descriptivos del porcentaje de rendimiento de carne de los peces muestreados.

GRUPOS	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	ERROR TÍPICO	MÍNIMO	MÁXIMO
	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	5	35.55	1.38	0.62	33.95	37.42
2	5	42.40	3.36	1.50	37.00	46.00
3	5	41.20	7.66	3.42	29.00	50.00
4	5	39.65	3.23	1.44	36.08	42.89
Total	20	39.70	4.93	1.10	29.00	50.00

Como primer requisito para poder realizar el análisis de varianza, es necesario que los datos sean normales. El Cuadro 29 muestra los valores generados al realizar la prueba de normalidad. Se observa que el nivel de significancia de cada grupo es mayor al valor 0.05 de referencia, lo que indica que todos los datos son normales. Se consideró la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el número de datos analizados es menor a cincuenta.

Cuadro 29. Prueba de normalidad del rendimiento de carne de los peces muestreados.

GRUPOS	SHAPIRO-WILK		
	ESTADÍSTICO	GL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
1	0.970	5	0.875
2	0.925	5	0.560
3	0.918	5	0.517
4	0.806	5	0.091

Al cumplir con el primer requisito de normalidad, se puede proceder a analizar la homogeneidad de la varianza de los datos. El Cuadro 30 muestra el resultado del análisis de homogeneidad. El nivel de significancia mayor al valor de referencia 0.05 indica que los valores analizados cumplen con el requisito de homogeneidad de varianzas.

Cuadro 30. Prueba de homogeneidad de varianzas del rendimiento de carne de los peces muestreados.

ESTADÍSTICO DE LEVENE	GL1	GL2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
1.56	3	16	0.238

Cumplidos los dos requerimientos para realizar el análisis de varianza se procedió a su ejecución. El nivel de significancia resultante fue de 0.132 que es mayor al 0.05 de valor de referencia, por lo que no existe diferencia significativa en los porcentajes de carne obtenidos en los cuatro rangos de peso de tilapias (Cuadro 31). Esto puede tomarse como base para utilizar cualquier tamaño y peso de tilapia sin que exista una variación significativa en la carne para la elaboración de minilla.

Cuadro 31. Análisis de varianza del rendimiento de carne de los peces muestreados.

	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Inter-grupos	133.822	3	44.607	2.166	0.132
Intra-grupos	329.457	16	20.591		
Total	463.279	19			

4.3.2. Análisis químicos proximales a la carne de tilapia

El análisis químico proximal que se realizó a la carne de los cuatro rangos de peso de tilapia fue la determinación de la cantidad de proteínas. Los datos relacionados al contenido de proteínas se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA), con la finalidad de comprobar que no existen diferencias significativas en los contenidos

de proteína entre los cuatro grupos de peso con los que se trabajó. El Cuadro 32 muestra los resultados de los análisis proximales. El contenido de proteína importante para este análisis es en base húmeda.

Cuadro 32. Porcentaje de humedad y proteínas en peces con diferentes pesos

RANGO	VARIEDAD	% DE HUMEDAD	% DE PROTEÍNA EN BASE SECA	% DE PROTEÍNA EN BASE HÚMEDA
100-200	Stirling	72.5	66.3	18.3
	Stirling	74.3	71.3	18.3
	Stirling	72.7	70.6	19.3
	Stirling	74.6	71.4	18.2
	Stirling	73.6	76.7	20.3
200-300	Stirling	60.0	43.3	18.6
	Stirling	62.2	51.6	19.5
	Stirling	63.2	50.4	18.5
	Stirling	64.4	51.7	18.4
	Stirling	73.3	65.8	17.6
300-400	Stirling	72.0	60.7	17.0
	Stirling	59.2	41.8	17.0
	Stirling	57.8	37.3	15.7
	Stirling	63.5	45.8	16.7
	Stirling	66.1	56.6	19.2
400-500	Stirling	65.3	62.8	21.8
	Stirling	69.0	57.2	17.7
	Stirling	71.1	59.2	17.1
	Stirling	70.9	69.6	20.3
	Stirling	73.0	73.4	19.8

Los estadísticos descriptivos fueron los primeros análisis realizados a los datos obtenidos en el estudio de contenido de proteínas (Cuadro 33). Se obtuvieron medias entre 17 y 19 % en los cuatro grupos. La media total fue de 18.4 %.

Cuadro 33. Estadísticos descriptivos del porcentaje de proteínas de los peces muestreados.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	ERROR TÍPICO	MÍNIMO	MÁXIMO
GRUPOS	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	5	18.87	0.91	0.40	18.17	20.28
2	5	18.52	0.68	0.30	17.56	19.49
3	5	17.13	1.25	0.56	15.74	19.18
4	5	19.34	1.91	0.85	17.09	21.75
Total	20	18.46	1.44	0.32	15.74	21.75

Así mismo, se hicieron las pruebas de normalidad y homogeneidad, como anteriormente se describió, encontrando que los datos son normales pues, los niveles de significancia de todos los rangos son superiores al nivel de referencia (0.5), esto puede verse en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Análisis de normalidad del contenido de proteínas de los peces muestreados.

GRUPOS	SHAPIRO-WILK		
	ESTADÍSTICO	GL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
1	0.824	5	0.125
2	0.955	5	0.776
3	0.881	5	0.314
4	0.943	5	0.688

También, puede verse que los datos son homogéneos pues, el nivel de significancia (0.102) es superior al valor de referencia (0.05) que se maneja en esta prueba (Cuadro 35).

Cuadro 35. Análisis de homogeneidad de varianza del contenido de proteínas de los peces muestreados.

ESTADÍSTICO DE LEVENE	GL1	GL2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
2.437	3	16	0.102

El análisis de varianza indica que no existe diferencia entre los niveles de proteínas de los cuatro grupos de tilapia utilizados. Pues el nivel de significancia de los datos (0.076) es superior al valor de referencia establecido para esta prueba (0.05). Los resultados pueden verse en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Análisis de varianza del contenido de proteínas en los peces muestreados.

	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	N. SIGNIFICANCIA
Inter-grupos	13.563	3	4.521	2.759	0.076
Intra-grupos	26.215	16	1.638		
Total	39.778	19			

Lo anterior, sustenta el uso de cualquier peso de tilapias para elaborar minilla, sin que la calidad de la carne, en términos de proteínas, se vea afectada.

4.3.3. Rediseño del flujo de procesos

Tomando los datos del diagnóstico del sistema de procesamiento de minilla y utilizando el método del diagrama del recorrido, que es uno de los métodos utilizados para el diseño de distribución de procesos (Baca, 2006) se rediseño el sistema y se obtuvo el modelo que puede observarse en la Figura 15. Según el método del diagrama de recorrido, la clave para hacer un buen rediseño de los sistemas es colocar al centro aquellos equipos con mayor intervención en el proceso (Baca, 2006). En este caso se observó que el lavabo, la estufa, la balanza y la mesa de desmenuzado son los equipos de mayor importancia. Debido a la configuración del área de trabajo es difícil ubicar estos equipos al centro, sin embargo, se trabajó para establecerlos lo más cercano posible uno del otro, con el objetivo de reducir las distancias recorridas.

Puede apreciarse que el número de recorridos sigue siendo el mismo en relación al diseño del proceso anterior (Cuadro 37), sin embargo, con esta nueva ubicación de los equipos se ha logrado disminuir la distancia de recorrido. La distancia recorrida en el primer sistema era de 89 metros. Con este segundo diseño se recorren 45.5 metros.

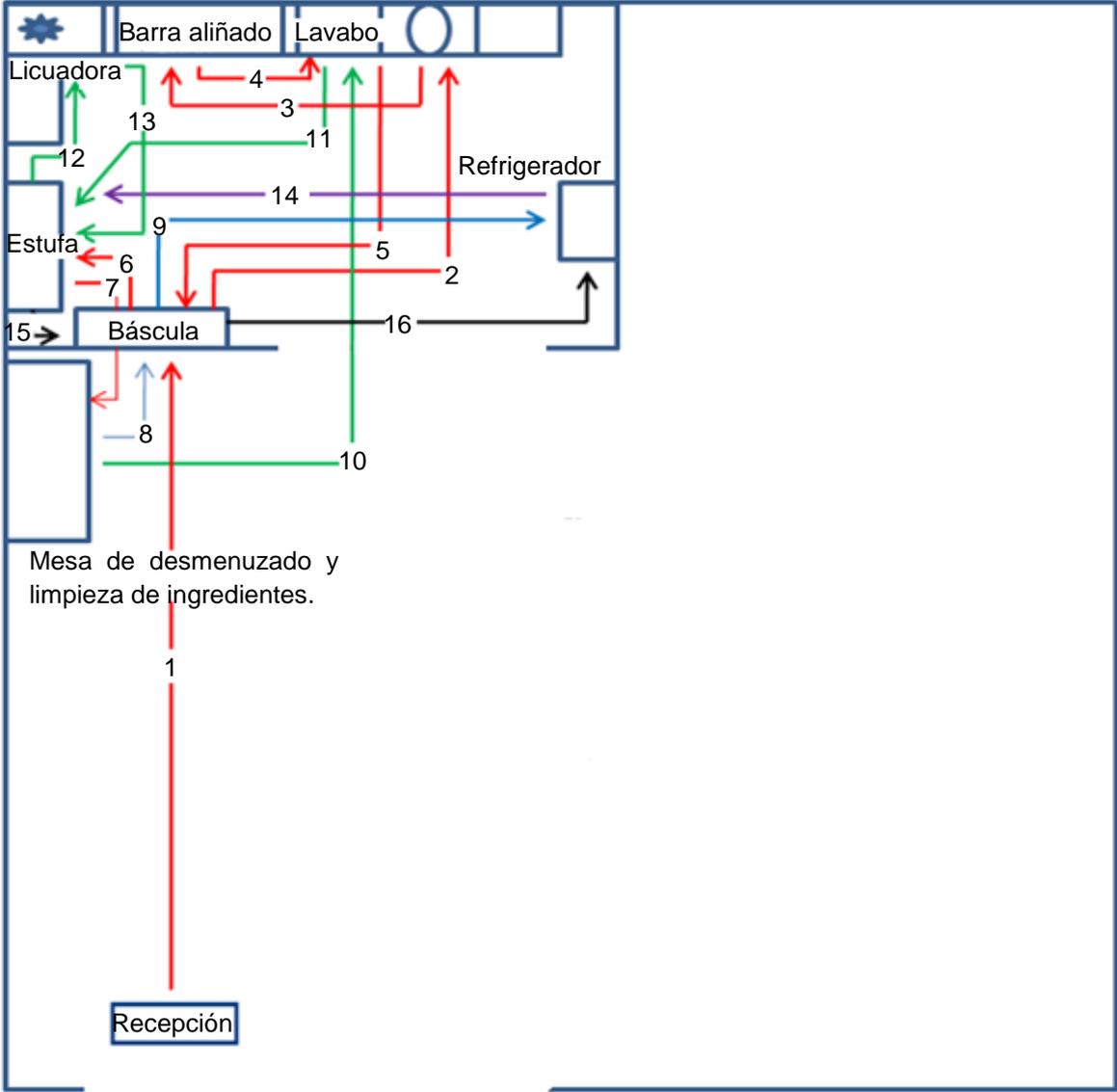


Figura 15. Rediseño del sistema de procesamiento original para minilla de tilapia.

Cuadro 37. Etapas del proceso de elaboración de minilla y sus flujos correspondientes.

RECORRIDO DEL PESCADO	
1.	Traslado a la báscula
2.	Traslado de la báscula al lavabo
3.	Traslado del lavabo a la barra de aliñado
4.	Traslado de la barra de aliñado al lavabo
5.	Traslado del lavabo a la báscula
6.	Traslado a la estufa
7.	Traslado a la mesa para desmenuzado
PRIMER RECORRIDO DE LA PULPA DE PESCADO	
8.	Traslado de la mesa de desmenuzado a la báscula
9.	Traslado de la báscula al refrigerador
RECORRIDO DE LOS INGREDIENTES	
10.	Traslado de la mesa de limpieza al lavabo
11.	Traslado del lavabo a la estufa
12.	Traslado de la estufa a la licuadora
13.	Traslado de la licuadora a la estufa
SEGUNDO RECORRIDO DE LA PULPA DE PESCADO	
14.	Traslado del refrigerador a la estufa
RECORRIDO DE LA MINILLA	
15.	Traslado de la estufa a la báscula
16.	Traslado de la báscula al refrigerador

4.3.4. Rediseño del cursograma analítico

Con las modificaciones a los flujos del sistema de elaboración de minilla, el número de recorridos permanece igual, debido a la configuración del área de trabajo porque algunos elementos están fijados en un lugar. Pero, se mejoraron las distancias de recorrido al pasar de 89 a 45.5 metros. Como se comprobó en el análisis de rendimiento de carne, el porcentaje de obtención de pulpa con el método de hervido tradicional y el de Kong *et al.* (2007) es similar, pues con los dos hay un rendimiento del 40 %. Además, el tiempo se logró disminuir de 494.5 a 404 minutos debido a la

reducción en el tiempo de hervido y desmenuzado. Finalmente, se tuvo un ahorro de \$100.00 en el costo de materia prima, pasando de \$708.4 a \$608.4 al disminuir de \$45.00 a \$35.00 el precio de compra del kilogramo de tilapia, considerando, que se pueden utilizar tilapias de menor tamaño que son de menor precio sin comprometer el rendimiento y la calidad de la carne, como se observó en los análisis pertinentes.

La Figura 16 muestra el actual cursograma analítico que contiene las modificaciones aplicadas al método actual de procesamiento de minilla.

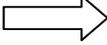
CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESAMIENTO DE TILAPIA EN FORMA DE MINILLA						
RESUMEN						
No. DE DIAGRAMA: 2	ACTIVIDAD			ACTUAL		
ACTIVIDAD: Elaboración de minilla	OPERACIÓN  TRANSPORTE  ESPERA  INSPECCIÓN  ALMACENAMIENTO  OPERACIÓN COMBINADA 	RENDIMIENTO:		6 Kg.		
METODO: Rediseño método artesanal		DISTANCIA:		89 m.		
LUGAR: Veracruz, Ver.		TIEMPO:		494.5 min.		
REALIZADO POR: Manuel Mena		COSTOS:				
FECHA: 15 de julio de 2009		Mano de obra:		\$ 180.00		
		Pescado:		\$ 350.00		
		Ingredientes:		\$ 44.65		
	Energía:		\$ 33.75			
	Total:		\$ 608.40			
PROCESO	REND. (Kg)	DIST. (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO		
Recepción e inspección del pescado	10		5			
Traslado para pesar		8	0.5			
Pesado			5			
Traslado para lavar		3	0.5			
Lavado			5			
Traslado para eviscerar y descamar		1	0.5			
Descamado y eviscerado			30			
Traslado para lavado		1	0.5			
Lavado			10			
Traslado para pesado		3	0.5			

Figura 16. Cursograma analítico modificado con las mejorías al sistema de procesamiento de tilapia.

Pesado			0.5						
Traslado para hervido		1.5	0.5						
Hervido e inspección			30						
Traslado para enfriado y desmenuzado		3	5						
Desmenuzado e inspección			180						
Traslado de la pulpa para pesado		1.5	0.5						
Pesado	4		0.5						
Traslado de la pulpa al refrigerador		4	0.5						
Limpieza e inspección de los ingredientes			15						
Traslado de los ingredientes para lavado		5	0.5						
Lavado de los ingredientes			5						
Traslado de los ingredientes para hervido		2.5	0.5						
Hervido e inspección de los ingredientes	4		15						
Traslado de los ingredientes para licuado		1.5	0.5						
Licuado de los ingredientes			10						
Traslado del licuado para sazonado		1.5	0.5						
Sazonado de la salsa	2		30						
Traslado de la pulpa hacia la estufa		3.5	0.5						
Mezcla de los ingredientes			5						
Secado e inspección de la minilla			45						
Traslado para pesado		1.5	0.5						
Pesado			0.5						
Traslado al refrigerador		4	0.5						
TOTAL	6	45.5	404						

Figura 17. Continuación del cursograma analítico modificado con las mejoras al sistema de procesamiento de tilapia

4.3.5. Análisis económico del nuevo sistema de procesamiento

Con base en los resultados del diagnóstico económico del sistema de procesamiento de minilla, se plantea el rediseño en términos económicos con el objetivo de dar al productor ideas de las modificaciones que pueden hacerse para hacer rentable este sistema de procesamiento.

Programa de producción

Se propone un nuevo programa de producción en donde se mantendrán los ocho turnos por mes, sin embargo, ahora se deberán procesar 15 kg de tilapia por turno, lo que hará un total de 120 kg de pescado por mes, en lugar de los 80 kg iniciales del proceso diagnosticado, esto representará aumentar el consumo de materia prima en un 50 %. Lo anterior se basa en que al reducir el tiempo de cocción del pescado a la mitad usando el método de Kong *et al.*, 2007 se gana tiempo para poder cocer y desmenuzar mas pescado.

En relación a la cantidad de carne de pescado que se usará mensualmente, se calculó un porcentaje de rendimiento del 40 %, con lo que al mes se obtendrán 48 kg de carne útiles para elaborar minilla.

De igual forma sucede con la salsa que se utiliza para la elaboración de minilla, dado que existe una relación carne/salsa de 1:0.5, ahora se deben elaborar 24 kg de salsa mensualmente en lugar de los 16 kg iniciales.

Con las modificaciones propuestas al sistema de procesamiento, aumentará la producción en un 50 % pues, se obtienen 72 kg de minilla en lugar de los 48 kg calculados en el programa de producción generado en el diagnóstico.

Considerando que el precio se mantiene constante a lo largo del año en \$120.00 y se producen 72 kg de minilla al mes, se obtendrían ingresos mensuales por \$8,640.00 y anuales por \$103,680.00 (Cuadros 38 y 39).

Los ingresos anuales incrementarían en \$34,560.00 con lo que en término de ingresos se obtendrán mejores resultados. Se hizo un programa de producción por dos años en donde se consideró que los conceptos permanecerían constantes.

Cuadro 38. Propuesta del programa de producción de minilla en el primer año de actividades.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
AÑO 1													
Turnos al mes	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Kg. de pescado por turno	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Kg. de pescado por mes	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Factor de eficiencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kg. de pescado procesado por mes	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1,440
% de rendimiento de carne	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Kg. de carne obtenida al mes	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
Kg. de salsa para minilla	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288
Kg. de minilla al mes	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
INGRESOS													
AÑO 1													
Precio del Kg. de minilla	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Ventas por mes	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
Ingresos totales	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680

Cuadro 39. Propuesta del programa de producción de minilla en el segundo año de actividades.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
AÑO 2													
Turnos al mes	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Kg. de pescado por turno	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Kg. de pescado por mes	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Factor de eficiencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kg. de pescado procesado por mes	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1,440
% de rendimiento de carne	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Kg. de carne obtenida al mes	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	576
Kg. de salsa para minilla	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288
Kg. de minilla al mes	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
INGRESOS													
AÑO 2													
Precio del Kg. de minilla	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Ventas por mes	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
Ingresos totales	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680

Costos de operación

Para calcular los costos de operación del modelo propuesto, se dividieron en costos fijos y variables. Los costos variables se integran por gastos de operación y gastos de venta. Los gastos de operación considerados en este análisis son: materia prima, energía eléctrica, gas y mano de obra directa que en su conjunto hacen un total anual de \$76,070.00. Los gastos de venta se generan por los empaques, que hacen un costo anual de \$864.00. En conjunto, los costos variables hacen un monto de \$76,934.00. Los conceptos que componen los costos fijos son: la renta del local, pago de agua y los consumibles cuyo total es de \$8,348.00 al año. El total de egresos utilizados como costos de operación que tiene el grupo hace una suma anual de \$85,282.00. Estos valores representan un incremento en los costos de \$9,519.00 comparado con el diagnóstico del sistema de elaboración de minilla del proceso original. Se considera que los costos permanecen constantes durante las proyecciones. Los costos de operación se muestran en los Cuadros 40 y 41 los cuales corresponden al primer y segundo año de actividades.

Cuadro 40. Costos de operación durante el primer año de producción de minilla de tilapia según el modelo propuesto.

COSTOS AÑO 1	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
COSTOS VARIABLES													
Gastos de operación													
Materia prima	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	56,830
Electricidad	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	1,623
Gas	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	337
Mano de obra	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	17,280
Total gastos de operación	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	76,070
Gastos de venta													
Empaque	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
Total gastos de venta	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
TOTAL COSTOS VARIABLES	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	76,934
COSTOS FIJOS													
Renta	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
Agua	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480
Consumibles	3,068												3,068
TOTAL COSTOS FIJOS	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL DE COSTOS	9,784	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	85,282

Cuadro 41. Costos de operación durante el segundo año de producción de minilla de tilapia.

COSTOS AÑO 2	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
COSTOS VARIABLES													
Gastos de operación													
Materia prima	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	56,830
Electricidad	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	1,623
Gas	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	337
Mano de obra	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	17,280
Total gastos de operación	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	6,204	6,474	76,070
Gastos de venta													
Empaque	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
Total gastos de venta	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	864
TOTAL COSTOS VARIABLES	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	76,934
COSTOS FIJOS													
Renta	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
Agua	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480
Consumibles	3,068												3,068
TOTAL COSTOS FIJOS	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL DE COSTOS	9,784	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	85,282

Para obtener el costo de materia prima mensual se consideró que el precio de compra es de \$ 35.00, los 15 kg de pescado procesados por turno y los ocho turnos laborados por mes. El costo mensual resultante por materia prima es de \$4,200.00. Este costo es \$600.00 más que en el proceso diagnosticado. El precio de compra de \$ 35.00 de la tilapia es basándonos en que la calidad de la carne en términos de proteína es la misma así como su rendimiento, sin importar el peso y que el precio de las tilapias de menor tamaño también es inferior a las de medio kilogramo (talla comercial),

El cálculo de los ingredientes necesarios para elaborar la salsa para la minilla se muestra en el Cuadro 42. Se incluye el precio del kilogramo de cada ingrediente, la cantidad de ingredientes usados por 15 kg y 120 kg de pescado fresco y su precio , así como también, la cantidad de salsa hecha con los ingredientes antes y después de la evaporación debido a la cocción.

La memoria de cálculo muestra que por cada turno laborado, es decir, cada 15 kg de pescado fresco para procesar, se calculan 5.97 kg de salsa cruda que, después de sazonado resultan 2.98 kg de salsa para minilla con un costo de \$67.00.

Del mismo modo para cada 120 kg de pescado fresco se calculan 47.76 kg de salsa cruda, la cual se reduce a 23.88 kg de salsa para minilla, teniendo esta un costo de \$536.00 mensuales. El costo de la salsa mensual aumentó \$178.80 pues ahora se procesa mas pescado para minilla.

Cuadro 42. Cálculo de las cantidades y costos de los ingredientes para la salsa de minilla por cada 15 y 120 kg de pescado fresco.

INGREDIENTES	PRECIO POR KILOGRAMO	Kg DE INGREDIENTES POR 15 Kg DE PESCADO	\$ POR 15 Kg DE PESCADO	Kg DE INGREDIENTES POR 120 Kg DE PESCADO	\$ POR 120 Kg DE PESCADO
Chile guajillo	72	0.375	27.0	3.00	216.0
Chiles secos	72	0.075	5.4	0.60	43.2
Tomate	6	1.500	9.0	12.00	72.0
Cebolla	13	0.825	10.72	6.60	85.8
Ajo	48	0.150	7.20	1.20	57.6
Pimienta	100	0.0075	0.75	0.06	6.0
Comino	100	0.0075	0.75	0.06	6.0
Clavo	120	0.0075	0.90	0.06	7.2
Orégano	100	0.0075	0.75	0.06	6.0
Tomillo	100	0.0075	0.75	0.06	6.0
Laurel	100	0.0075	0.75	0.06	6.0
Agua	1	3.000	3.00	24.00	24.0
KILOGRAMOS DE SALSA		5.970	\$67.00	47.76	\$536.00
KILOGRAMOS DE SALSA DESPUES DE LA COCCIÓN	-50%	2.985		23.88	

El costo por energía eléctrica de \$135.21 mensual y bimestral resultante es de \$270.43. Este costo es el mismo que en el proceso analizado con los productores.

En el cálculo del costo de consumo de gas se incluyen conceptos como el gasto de gas por turno de trabajo, el precio del kilogramo de gas y los turnos laborados en el mes. En este cálculo hay un consumo de 0.4687 kg de gas por turno laborado, cada kg de gas tiene un precio de \$7.50 y se laboran ocho turnos por mes. Con los valores anteriores, el costo generado por consumo de gas al mes es de \$28.12. Con el nuevo método de cocción se disminuyó el costo del gas en \$9.378 pesos.

El costo de la mano de obra es de \$1,440.00, el mismo que en el proceso de elaboración de minilla diagnosticado.

El costo por empaques está en función de la producción de minilla, con esta propuesta se producirían 72 Kg de minilla al mes. El costo por envase de unigel de 1 kg es de \$1.00, por tanto el costo mensual por envase es de \$72.00.

Los consumibles son los mismos que en el proceso diagnosticado, por tanto los costos por este concepto son de \$3,068.00.

La renta es una cuota fija que se genera por utilización del local de procesamiento y cuyo monto asciende a \$400.00 mensuales.

El agua es un costo fijo que independiente de la cantidad de agua utilizada, el costo mensual por utilización de agua es de \$40.00.

Cálculo del punto de equilibrio

Se determinó que el punto de equilibrio es de \$32,360.00, esta es la cantidad de ventas que se necesita alcanzar para no tener pérdidas ni ganancias en el proyecto propuesto (Muñante 2002; Rucoba *et al.*, 2006; Merinero *et al.*, 2005). De la suma de dinero anterior el 74% corresponde a los costos variables. Con las modificaciones al proceso, se disminuyó el porcentaje de costos variables en 24% y las ventas en punto de equilibrio en \$306,063.00.

El Cuadro 43 muestra que las ventas en punto de equilibrio son de \$32,360.00 y los costos variables son de \$24,012.00, al realizar la sustracción se genera un valor de \$8,348.00 que corresponde a la utilidad bruta por ventas. Esta utilidad por ventas se resta a los costos fijos y da como resultado una utilidad neta de cero, lo anterior demuestra que el punto de equilibrio es correcto.

Cuadro 43. Punto de equilibrio del sistema de elaboración de minilla propuesto.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2
Ventas totales	103,680.00	103,680.00
Costos fijos	8,348.00	8,348.00
Costos variables	76,934.00	76,934.00
INDICADORES		
Ventas en punto de equilibrio	32,360.00	32,360.00
% de costos variables	0.74	0.74
COMPROBACION		
Ventas	32,360.00	32,360.00
(-) Costos variables	24,012.00	24,012.00
Utilidad bruta	8,348.00	8,348.00
(-) Costos fijos	8,348.00	8,348.00
UTILIDAD NETA	0	0

Capital de trabajo

La aplicación del modelo de producción generó un ingreso total de \$103, 680.00, costos variables por \$76,934.00 y costos fijos por \$8,348.00. El total de ingresos acumulados fue de \$103, 680.00 y el de egresos \$85,282.00. El capital de trabajo que resulta es de -\$ 1,144.00. Este capital de trabajo negativo indica que el proyecto tiene menos activos circulantes que pasivos, es decir, tiene más pagos que realizar que cobros por obtener, sin embargo, esto sólo es durante el primer mes de iniciadas las actividades. El resto de los meses el proyecto tiene suficientes activos circulantes para cubrir los pasivos generados (Cuadro 44).

Cuadro 44. Capital de trabajo de la propuesta de procesamiento de minilla de tilapia.

DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Ingresos por venta	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
TOTAL DE INGRESOS	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
EGRESOS													
Costos variables	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	76,934
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	9,784	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	85,282
SALDO	-1,144	1,654	1,924	1,654	1,924	1,654	1,924	1,654	1,924	1,654	1,924	1,654	18,398
SALDO ACUMULADO	-1,144	510	2,434	4,087	6,012	7,665	9,589	11,243	13,167	14,821	16,745	18,398	

Fuentes de financiamiento

Los conceptos que conforman el financiamiento son las inversiones fijas, las inversiones diferidas y los gastos de operación.

Las inversiones fijas se incluyen conceptos como una mesa de acero inoxidable, báscula electrónica, lavabo, estufa y refrigerador. Esta inversión hace un monto de \$14,500.00.

Las inversiones diferidas están conformadas por trámite de RFC, empadronamiento municipal y pago por registro de salubridad en la SSA. El monto de estas inversiones es de \$2,500.00.

Los gastos de operación que consisten en el capital de trabajo generan una inversión por \$1,144.00.

En su conjunto el capital necesario para invertir en el proyecto hace una suma total de \$18,144.00. La fuente de financiamiento es el propio productor, pues no recibe ningún recurso externo (Cuadro 45).

La programación de las inversiones tiene como objetivo establecer el uso de los recursos considerados en el proyecto. El Cuadro 47 muestra la distribución de los recursos a lo largo del año de trabajo. Se puede observar que los \$14,500.00 correspondientes a inversiones fijas se ocupan en el primer mes del proyecto. Las inversiones diferidas por \$2,500.00 se requieren al segundo mes, en tanto, el capital de trabajo suma \$1,144.00 y se utiliza al primer mes. En total, el proyecto requiere una inversión de \$18,144.00.

Cuadro 45-13. Conceptos que integran la inversión total del proyecto de elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	VALOR	UNIDAD	TOTAL	EXTERNO	%	OTRO	%	PRODUCTOR	%	TOTAL
INVERSIONES FIJAS										
Mesa de acero inoxidable	3,000	1	3,000					3,000	100	3,000
Báscula electrónica	1,500	1	1,500					1,500	100	1,500
Lavabo	4,000	1	4,000					4,000	100	4,000
Estufa	2,500	1	2,500					2,500	100	2,500
refrigerador	3,500	1	3,500					3,500	100	3,500
SUBTOTAL INVERSIONES FIJAS			14,500					14,500		14,500
INVERSIÓN DIFERIDA										
Tramite de RFC	500	1	500					500	100	500
Empadronamiento municipal	500	1	500					500	100	500
SSA	1,500	1	1,500					1,500	100	1,500
SUBTOTAL INVERSIÓN DIFERIDA			2,500					2,500		2,500
GASTOS DE OPERACIÓN										
Cápital de trabajo	1,144	1	1,144					1,144	100	1,144
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN			1,144					1,144		1,144
TOTAL DEL PROYECTO			18,144							18,144

Cuadro 46. Programación de las inversiones para el proceso propuesto de elaboración de minilla de tilapia.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INVERSIONES FIJAS													
Mesa de acero inoxidable	3,000												3,000
Báscula electrónica	1,500												1,500
Lavabo	4,000												4,000
Estufa	2,500												2,500
refrigerador	3,500												3,500
SUBTOTAL INVERSIONES FIJAS	14,500												14,500
INVERSIÓN DIFERIDA													
Tramite de RFC												500	500
Empadronamiento municipal												500	500
SSA												1,500	1,500
SUBTOTAL INVERSIÓN DIFERIDA												2,500	2,500
GASTOS DE OPERACIÓN													
Cápital de trabajo												1,144	1,144
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN												1,144	1,144
TOTAL DEL PROYECTO	15,644											2,500	18,144

Flujo de efectivo

Los ingresos mensuales por ventas fueron de \$8,640.00 a lo largo del año, lo que generó un ingreso por ventas anual de \$103, 680.00. A este ingreso por ventas se le sumo las inversiones fijas, inversiones diferidas y el capital de trabajo, los conceptos anteriores hacen una suma de \$18,144 .00, esto generó un ingreso total de \$121,824.00.

Los egresos totales se generaron de la suma de los costos variables y los costos fijos. Los costos variables fueron de \$76,934.00 y los costos fijos de \$8,348.00 que hacen un monto total de egresos de \$85,282.00. A estos egresos se anexaron las inversiones fijas e inversiones diferidas que hacen un total de \$17,000.00. Con lo que los egresos sumaron un total de \$102,282.00. De este modo se generó un flujo positivo a lo largo del año, culminando con un saldo acumulado de \$19,542.00 (Cuadro 47).

En un principio las inversiones fijas y diferidas se tomaron como ingreso puesto que, es un capital entrante a la organización aportado por los integrantes del grupo para iniciar los trabajos de la empresa. Sin embargo, estos ingresos se convirtieron en egresos al ser un desembolso que hace la empresa al comprar el equipo necesario para elaborar minilla.

En el segundo año de producción ya no se incluye aportaciones de la empresa, como las inversiones, pues se realizaron en el primer ciclo. Los ingresos acumulados durante el segundo año fueron de \$103, 680.00. Los egresos acumulados fueron de \$85, 282.00. Los resultados muestran un flujo positivo todo el año, logrando un saldo acumulado en el segundo año de \$37, 941.00. Estos flujos de efectivo muestran que la elaboración de minilla resulta rentable (Cuadro 48).

Cuadro 47. Flujo de efectivo mensual de la propuesta de elaboración de minilla de tilapia durante el primer año de producción.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Saldo del mes anterior		0	1,654	3,578	5,231	7,155	8,809	10,733	12,387	14,311	15,965	17,889	
Ventas	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
APORTACIONES DE LA EMPRESA													
Inversión fija	14,500												14,500
Inversión diferida		2,500											2,500
Capital de trabajo	1,144												1,144
TOTAL DE INGRESOS	24,284	11,140	10,294	12,218	13,871	15,795	17,449	19,373	21,027	22,951	24,605	26,529	121,824
EGRESOS													
Costos variables	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	76,934
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	9,784	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	6,716	6,986	85,282
SALDO	14,500	4,154	3,578	5,231	7,155	8,809	10,733	12,387	14,311	15,965	17,889	19,542	
INVERSIONES DEL PRODUCTOR													
Inversión diferida		2,500											2,500
SALDO	14,500	1,654	3,578	5,231	7,155	8,809	10,733	12,387	14,311	15,965	17,889	19,542	
Inversión fija	14,500												14,500
SALDO	0	1,654	3,578	5,231	7,155	8,809	10,733	12,387	14,311	15,965	17,889	19,542	

Cuadro 4814. Flujo de efectivo mensual durante el segundo año de producción de minilla de tilapia.

CONCEPTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
INGRESOS													
Saldo del mes anterior	19,542	18,398	20,052	21,976	23,630	25,554	27,207	29,132	30,785	32,709	34,363	36,287	
Ventas	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	8,640	103,680
TOTAL DE INGRESOS	28,182	27,030	28,692	30,616	32,270	34,194	35,847	37,772	39,425	41,349	43,003	44,927	103,680
EGRESOS													
Costos variables	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	6,276	6,546	76,934
Costos fijos	3,508	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	8,348
TOTAL EGRESOS	9,784	6,986	6,716	6,986	85,282								
SALDO	18,398	20,052	21,976	23,630	25,554	27,207	29,132	30,785	32,709	34,363	36,287	37,941	

Proyección financiera

Tomando como base los primeros dos años de producción con el sistema de procesamiento propuesto, se realizó una proyección financiera con un horizonte de cinco años, con el objetivo de ver el futuro financiero que tendrá la empresa manteniendo los volúmenes de producción actuales.

El primer año existe un saldo de \$19,542.00 al restar los ingresos y egresos, en tanto la relación Beneficio/Costo de ese año es de 1.19, lo que nos indica que el proyecto es rentable (Zetina *et al.*, 2006). El punto de equilibrio en ventas calculado es igual a \$32,360.00. En tanto, los kilogramos de minilla que se necesitan vender para mantener el punto de equilibrio son 269.7 a un precio de \$120.00.

A partir del segundo hasta el quinto año existe un saldo de \$18,398.00. Durante este periodo el B/C es de 1.22 lo que sigue indicando que el proyecto permanece rentable (Zetina *et al.*, 2006). Los puntos de equilibrio en ventas y en kilogramos necesarios de venta permanecen constantes a lo largo del horizonte proyectado (Cuadro 49).

Esta proyección deja ver que se generan ingresos al realizar esta actividad productiva, por lo tanto el proceso de elaboración de minilla propuesto resultaría viable.

Cuadro 49. Proyección financiera de la elaboración de minilla con el sistema de procesamiento propuesto a un horizonte de cinco años.

PROYECCIÓN FINANCIERA ANUAL					
CONCEPTO	CICLOS				
	1	2	3	4	5
INGRESOS EN EFECTIVO					
Ventas totales	103,680	103,680	103,680	103,680	103,680
Aportación del productor					
Inversiones fijas	14,500				
Inversión diferida	2,500				
Capital de trabajo	1,144				
Total Ingresos.	121,824	103,680	103,680	103,680	103,680
EGRESOS					
Total de costos de producción	85,282	85,282	85,282	85,282	85,282
Otros egresos					
Inversiones fijas con recursos del productor	14,500				
Inversiones diferidas	2,500				
Total egresos.	102,282	85,282	85,282	85,282	85,282
SALDO	19,542	18,398	18,398	18,398	18,398
UTILIDAD NETA	19,542	18,398	18,398	18,398	18,398
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1.19	1.22	1.22	1.22	1.22
CAPACIDAD DE PAGO	19,542	18,398	18,398	18,398	18,398
VENTAS EN PUNTO DE EQUILIBRIO (\$)	32,360	32,360	32,360	32,360	32,360
VPE KG	269.7	269.7	269.7	269.7	269.7

Tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN)

Como parte del cálculo de los indicadores de rentabilidad se determinaron el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Se estableció una TREMA del 14.6%, considerando aspectos como los CETES, tasas de riesgo de las inversiones en el país, inflación, tasa de riesgo del proyecto y la tasa de riesgo del sector del proyecto. El cálculo de la VAN generó un valor de \$10,638.00. La Tasa Interna de Retorno fue de 68.5%, esto generó una diferencia entre tasas de 53.9%. Los resultados indican que el proyecto es rentable, puesto que la TIR y el VAN son mayores a cero (Muñante 2002; Rucoba *et al.*, 2006; Merinero *et al.*, 2005). Se programó la proyección a dos años debido a que este proyecto se considera de alta rentabilidad, esto quiere decir que el capital retorna rápido al productor para cubrir los costos y generar beneficios (Cuadro 50).

Cuadro 50. TIR y VAN resultantes de la propuesta de elaboración de minilla de tilapia

CONCEPTOS	0	1	2
Ventas		103,680	103,680
Costos de operación		85,282	85,282
Ventas menos costos de operación		18,398	18,398
Beneficios del proyecto		18,398	18,398
Inversiones	18,144		
Valores residuales			0
Capital de trabajo	1,144		
Recuperación del capital de trabajo			-1,144
Flujo de efectivo	-17,000	18,398	17,254
TREMA	14.6%		
TIR	68.5%		
VAN	10,638		
DIFERENCIAS ENTRE TASA	53.9%		

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad que se realizó al proyecto tiene como objetivo probarlo en situaciones adversas a las planteadas durante el ciclo del año y verificar hasta qué punto permanece económicamente factible. Los parámetros evaluados son los que el grupo trabaja normalmente. El primer escenario se refiere a la disminución del volumen de producción en un 10 %, se observa que el B/C es de 1.09, el indicador es muy pequeño pero aun se generan ganancias. El segundo escenario, plantea una disminución en el precio de venta en un 10 %, el B/C es igual al escenario anterior. El tercer escenario, simula un aumento del 10 % en el precio del insumo principal, este planteamiento resulta más favorable puesto que el B/C aumenta a 1.14. Finalmente, el cuarto escenario plantea una disminución del 10 % en el volumen de producción y en el precio de venta, así como, un aumento del 10 % en precio del pescado; este escenario es el menos favorable puesto que, el B/C desciende hasta 0.92, con lo que el proyecto empieza a tener pérdidas (Cuadro 51).

Cuadro 51. Escenarios planteados en el análisis de sensibilidad del procesamiento de tilapia en forma de minilla

CONCEPTO	DATOS INICIALES	DISMINUCION EN EL VOLUMEN DE PRODUCCION 10%	DISMINUCION EN EL PRECIO DE VENTA 10 %	INCREMENTO DEL INSUMO PRINCIPAL 10%	ESCENARIO CRÍTICO (*)
Producción kg	864.00	777.60	864.00	864.00	777.60
Precio del kg de minilla	120.00	120.00	108.00	120.00	108.00
Precio del kg de tilapia	35.00	35.00	35.00	38.50	38.50
Ingresos totales	103,680.00	93,312.00	93,312.00	103,680.00	83,980.80
Costo total	85,281.66	85,281.66	85,281.66	90,964.62	90,964.62
Utilidad	18,398.34	8,030.34	8,030.34	12,715.38	-6,983.82
Punto de equilibrio	82.25	91.39	91.39	87.74	108.32
Relación B/C	1.22	1.09	1.09	1.14	0.92

(*)Suma de todos los escenarios

4.4. Resumen técnico de la propuesta para la industrialización de tilapia en forma de minilla

Se propone el uso de olla de presión durante el proceso de cocción para cinco kilogramos de pescado, a una temperatura de 115 °C y una presión de 7.5 psi por 15 minutos (Kong *et al.*, 2007). Con esto se logra reducir el tiempo de cocción, de una hora a 30 minutos de los 10 kilogramos de pescado usados en el diagnóstico del proceso. El porcentaje de carne obtenido por este método es del 40 %, igual que el método de hervido convencional. Debido a que el tiempo de cocción es menor en un 50%, el consumo de gas se reduce proporcionalmente, pasando de 0.66 a 0.33 kg de gas por turno. Además, el cambio hacia el uso de olla de presión influye en la disminución del tiempo del proceso de elaboración de minilla pues, en el diagnóstico se tomó un tiempo de 494.5 minutos y mediante el uso de la olla de presión se calculó un tiempo de 404 minutos, debido a que se mejoró el proceso de cocción y desmenuzado del pescado.

Se observó que es posible aprovechar tilapias pequeñas con bajo valor comercial para disminuir los costos de producción e incrementar las utilidades, puesto que el rendimiento de carne es igual entre tallas pequeñas y grandes. Lo anterior, se basa

en el análisis estadístico a un grupo de peces cuyos rangos de pesos son de 100-200, 200-300, 300-400 y 400-500 g. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los grupos de peces analizados.

Como en el caso de rendimiento de carne, es posible usar tilapia indistintamente de su tamaño para el procesamiento en forma de minilla, pues, se tendrán las mismas cantidades de proteínas. Esta afirmación se basa en los resultados de los exámenes químico-proximales a un grupo de peces cuyos rangos de pesos son similares a los indicados arriba. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el contenido de proteína entre los grupos de peces analizados.

Se plantea un rediseño en el flujo de los procesos que se realizan para elaborar la minilla de tilapia (Baca, 2006). Este rediseño incluye los 16 flujos que se determinaron en el diagnóstico, sin embargo, hubo modificaciones en el acomodo de los equipos. Este cambio en la ubicación de los equipos, ha logrado disminuir la distancia que se recorre en el proceso de obtención de minilla, pasando de de 89 a 45.5 metros.

El sistema de procesamiento de tilapia presentaba deficiencias en su funcionamiento en relación al tiempo de elaboración, la distancia recorrida y la distribución de los equipos, por lo que tampoco se rechaza la hipótesis tres. Este sistema de procesamiento se mejoró con la propuesta de rediseño técnico planteada.

Además, la reducción del tiempo de cocción del pescado permitió incrementar el volumen de producción de minilla en un 50% y por tanto la rentabilidad de este proceso, este ajuste técnico coincide con la hipótesis específica número dos.

4.5. Resumen económico de la propuesta para la industrialización de tilapia en forma de minilla

El resumen económico incluye las mejoras en el sistema de producción de minilla desde un enfoque de la función de producción y de los factores económicos que influyen en este proceso.

En relación a la función de producción, en el modelo propuesto aumentó cinco kilogramos de pescado por turno de trabajo, con lo que cada turno procesaría 15 kilogramos de tilapia. Debido a que la cantidad de salsa para elaborar minilla es proporcional al aumento de la carne obtenida, se usan ahora tres kilogramos de salsa en lugar de los dos kilogramos que se usaban en el proceso analizado. En relación al precio de venta del kilogramo de minilla, este se mantuvo en \$120.00 en ambos procesos de producción.

Con la modificación en la cantidad de los kilogramos de pescado procesado, se observó un incremento en los ingresos, en el Cuadro 52 se muestra el resumen anual de los dos modelos de producción, cada uno con sus variables productivas.

Cuadro 52. Resumen anual de producción de los sistemas de elaboración de minilla de tilapia.

PROCESOS	Kg DE PESCADO PROCESADO AL AÑO	Kg DE SALSA/ AÑO	Kg DE MINILLA/ AÑO	PRECIO DE VENTA (\$)	INGRESOS AL AÑO (\$)
Analizado	960	192	576	120.00	69,120.00
Propuesto	1,440	288	864	120.00	103,680.00

Otra de las modificaciones al modelo analizado, fue la reducción del precio del kilogramo de tilapia usado como materia prima para elaborar minilla, pasando de \$45.00 a \$35.00 por kg. La reducción en el precio se logra por que las tallas pequeñas son más baratas que las de talla comercial (500 g). El uso de estas tallas más pequeñas no compromete la calidad ni la cantidad de carne que se obtendrá

por el desmenuzado, puesto que, como se vio en estudios previos, el contenido de proteínas y rendimiento de carne entre tilapias grandes y pequeñas es el mismo.

En el Cuadro 53 se puede observar que, en el modelo propuesto se compra el kilogramo de tilapia a \$10.00 menos que en el proceso analizado, sin embargo, sus costos de operación son más altos, esto se debe a que emplea más kilogramos de tilapia e ingredientes para elaboración de salsa, lo que se traduce en mayor producción de minilla. Respecto al capital de trabajo, este se ha reducido en el modelo propuesto, debido a la existencia de mayores ingresos que en el modelo analizado. Las inversiones en el modelo propuesto han disminuido por efecto de la baja en el capital de trabajo. El flujo de efectivo al segundo año de trabajo, muestra que el modelo propuesto tendrá ingresos por \$37,941.00 en tanto el modelo analizado está teniendo pérdidas por \$6,643.00. Las utilidades anuales al primer año de trabajo en el modelo propuesto son de \$19,542.00, caso contrario al modelo analizado, no se obtienen utilidades (Cuadro 54).

Según Muñante (2002), Rucoba *et al.* (2006) y Merinero *et al.* (2005) para que un proyecto sea rentable la TIR y el VAN deben ser mayores a cero. En el modelo analizado estos valores son inferiores, caso contrario en el modelo propuesto ambos indicadores son mayores a cero.

De igual forma, Muñante (2002) indica que el Beneficio/Costo debe ser mayor a uno y que las decimas agregadas al uno, son los pesos ganados por peso invertido. En el modelo analizado el B/C fue de 0.91 y en el propuesto 1.22.

Ningún indicador económico del modelo analizado manifiesta su rentabilidad, siendo el modelo propuesto una mejor alternativa de producción porque su TIR, VAN y B/C indican la viabilidad económica del proyecto.

Se observó que el costo de la tilapia, usada como materia prima para procesar, es uno de los factores que restringen la rentabilidad del sistema de elaboración de minilla. Además, al realizar ajustes como la disminución en el costo de la materia prima y el aumento del volumen de producción se mejora la rentabilidad del proceso de elaboración de minilla, esto nos permite no rechazar la hipótesis específica número dos.

Cuadro 53. Indicadores económicos en los procesos de elaboración de minilla analizado y propuesto.

PROCESOS	(\$ DEL kg DE TILAPIA	COSTO DE OPERACIÓN (\$)	CAPITAL DE TRABAJO (\$)	INVERSIONES (\$)
Analizado	45.00	75,763.00	6,643.00	23,643.00
Propuesto	35.00	85,282.00	1,144.00	18,144.00

Cuadro 54. Continuación de los indicadores económicos en los procesos de elaboración de minilla analizado y propuesto

FLUJO DE EFECTIVO (\$)	UTILIDAD (\$)	B/C (\$)	VAN (\$)	TIR (%)
-6,643.00	0	0.91	N/A	N/A
37,941.00	19,542.00	1.22	10,638.00	68.5

4.6. Consideraciones finales

Los trabajos realizados en esta investigación, permitieron identificar zonas con potencial productivo, social, económico y ambiental para la industrialización de tilapia en el estado de Veracruz, por lo que la hipótesis general planteada no se rechaza.

El diagnóstico del sistema de procesamiento para elaborar minilla de tilapia dejó ver que el costo de la materia prima y el diseño técnico son limitantes para que este proceso sea rentable.

Finalmente, el rediseño técnico y el nuevo modelo de producción para elaborar minilla de tilapia, planteados en este trabajo, mostraron que es posible hacer rentable este sistema de producción.

5. CONCLUSIONES

Conclusión General

Se observó que el conjunto de condiciones económicas, productivas, sociales y ambientales determinan el potencial para industrializar tilapia en zonas del estado de Veracruz.

Conclusiones Particulares

1. Se detectó una área formada por cinco municipios: Actopan, La Antigua, Medellín de Bravo, Boca del Río y Tlalixcoyan, pertenecientes a las zonas de La Capital y Sotavento, con alto potencial social, productivo, económico y ambiental para desarrollar algún tipo de industrialización de tilapia.
2. Factores como el elevado precio del kilogramo de tilapia, usada como materia prima principal, y los bajos volúmenes de producción, son limitantes en la rentabilidad del proceso de elaboración de minilla.
3. El rediseño del sistema de procesamiento de tilapia, desde un enfoque técnico-económico, permitió hacer rentable, teóricamente, la elaboración de minilla.
4. Las áreas con potencial para el desarrollo de la industrialización de tilapia en el estado de Veracruz, abren la posibilidad de validar el sistema de procesamiento para minilla de tilapia generado en esta investigación.

6. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1980. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. Washington, D.C.
- Alonso R. y A. Serrano. 2006. Economía de la empresa agroalimentaria. 3ra ed. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 392 p.
- Aragonés R., J. y J. Mascareñas. 1994. La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital. *Análisis Financiero*. 64:76-89.
- Baca U., G. 1999. Introducción a la ingeniería económica, 1ra ed. Editorial Mac Graw Hill. México, D.F.
- Baca U., G. 2006. Evaluación de proyectos. 5ta ed. Editorial Mac Graw Hill. México, D.F.
- Banco Mundial. 2009. Clasificación de los países de acuerdo con su ingreso Per cápita. Disponible en: (www.bancomundial.org/datos/clasificacion_paise.html). Consultado el 06/10/09.
- Benachio S., S., R. Cañizales, M. Riccelli y W. Avilan. 1987. Zonificación agroecológica del cultivo de sorgo en el país (en línea). FONAIAP – CENIAP. Maracay, Venezuela. Disponible en: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Monografias/zonificacion_agroecologica/zonificacion_agroecologica.htm#Introducción. Consultado el 31/03/2009.
- Bencht, G. 1974. System theory, the key the holism and reductionism. *Bioscience*. 24:579-596.
- Bertalanffy, L.V. 1968. Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, Desarrollo y aplicaciones. Ed. FCE. México, D.F. 330 p.
- Brenan, J.G. 1980. “Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos”. 2ª edición, Editorial Acribia. Zaragoza. 730 p.
- Brummett E., R., and M. J. Williams. 2000. The evolution of aquaculture in African rural and economic development. *Ecological Economics* 33: 193–203.
- Cabrera C., C. 2000. Aplicación metodológica a estudios de zonificación ecológica-económica en áreas litorales: Caso: Chimbote. *Rev. Inst. Investig. Fac. minas metal cienc. geogr.* 3:51-55.

- Cámara S., A., A. P. Mano, M. Graça M., and M. Paula M. 1986. An economic-ecological model for regional land use-planing. *Ecological modelling* 31: 293-302.
- Carranza F., B. Gurdian y R. Bernal. 2007. Zonificación y compartimentación. In: 2ª Reunión Interamericana del grupo AD-HOC Interamericano. 18-22 de Junio. Vancouver, Canadá. Presentación de Power point.
- CEDEMUN (Centro Nacional de Desarrollo Municipal). 2005. Enciclopedia de los municipios de Mexico-Veracruz. Disponible en:
(<http://www.emexico.gob.mx/work/EMM04/Veracruz/pres.htm>). Consultado el 14/05/2009.
- Churchman C., R. Ackoff y L. Arnoff. 1973. *Introducción a la Investigación Operativa*. Ed. Aguilar. Madrid, España. 638 p.
- CNPP (Comisión Nacional Peruana Permanente del Tratado de Cooperación Amazónica). 1998. Manual de zonificación ecológica económica para la amazonia peruana. Disponible en:
(<http://www.fao.org/Ag/agl/agll/rla128/iiap3-portada.htm#TopOfPage>). Consultado el 08/06/09.
- Conapesca-Sagarpa. 2007. Anuario estadístico de acuacultura y pesca, (En línea), México, Consejo Nacional de Acuacultura y Pesca y la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Formato html, Disponible en:
http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca. Consultado 30/03/2009.
- FAO. 1992. El hielo en las pesquerías, por J. Graham, W.A. Johnston y F.J. Nicholson. Documento Técnico de Pesca N° 331. Roma. 75 pp.
- FAO. 1994. Freezing and refrigerated storage in fisheries, por W.A. Johnston, F. J. Nicholson, A. Roger y G.D. Stroud. Documento Técnico de Pesca N° 340. Roma. 143 pp.
- FAO. 1997. Guía general: Zonificación Agroecológica. FAO Boletín de Suelos 73. Roma, FAO.
- FAO. 2010. Fisheries Topics: Utilization. Further processing of fish. Text by Lahsen Ababouch. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*, (en línea). Disponible en:
<http://www.fao.org/fishery/topic/12325/en>. Consultado el 15 abril de 2010

- Frazier, W.C. 1993. "Microbiología de los Alimentos". 4ª edición. Ed. Acribia. Zaragoza. 522 pp.
- Geissert K., D. 1999. Regionalización Geomorfológica del Estado de Veracruz. Investigaciones Geográficas. 40: 23-47.
- Gittinger, P. 1985. Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. Madrid: Editorial Tecnos.
- Hart, D.R. 1985. Conceptos Básicos sobre Agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 159 pp.
- Hartley, A.A. 2007. Tilapia as a global commodity; a potential role for México? Ph. D. Thesis. University of Stirling. Scotland, UK. 307 p.
- Hernández-Mogica M., J.L. Reta M., F. Gallardo L., and M. E. Nava T. 2002. Tipología de productores de mojarra tilapia (*Oreochromis spp*): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 1: 13-19.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2004. Censos económicos 2004. Disponible en: (<http://www.inegi.gob.mx>). Consultado el 04/04/2009.
- INEGI. 2009. Datos geográficos y Estadísticos del Estado de Veracruz, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (En línea). Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=30>. Consultado el 04/04/2009.
- Johnson H., M., and J. T. Bennett. 1981. Regional environmental and economic impact evaluation. Regional Science and Urban Economics 11: 215-230.
- Kong F., J. Tang, B. Rasco and C. Crapo. 2007. Kinetics of salmon quality changes during thermal processing. Journal of Food Engineering 83:510-520.
- Landa C., M.T. 2001. Zonificación Agroecológica y Estudio de Comercio Regional de Guanábana (*Annona muricata* L.) en un Sector de la Zona Centro del Estado de Veracruz. Tesis de Maestría en Agroecosistemas Tropicales, Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados.
- Li J., H. Lu, J. Zhu, Y. Wang, and, X. Li. 2009. Aquatic products processing industry in China: Challenge and outlook. Trends in Food Science & Technology 20: 73-77.

- Map Maker Pro. Map Maker Ltd. En línea. Disponible en <http://www.mapmaker.com/download.asp>. Consultado 05/04/2009.
- Melgarejo M., P. 1995. Aislamiento, cálculo y construcción de cámaras frigoríficas. Editorial A. M.V. 381 pp.
- Méndez M., J.S. 1989. Economía y la Empresa. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. pp. 22.
- Merinero S., S. Martínez S., Tomás A., y Jover M. 2005. Análisis económico de la producción de Dorada en jaulas marinas en el litoral Mediterráneo español. Revista AquaTIC 23: 1-19.
- Miller, D.W., and M.K. Starr. 1960. Executive Decision and Operation Research. Prentice-Hall. Nueva Jersey. pp 104.
- Moreno R. 1998. Documento preparado para Programa de Entrenamiento Especializado de Líderes Regionales del Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Colegio de Postgraduados. Puebla, México.
- Morse, P.M., y G.E. Kimball. 1951. Methods of Operations Research. John Wiley & Sons. Nueva York. pp 1.
- Muñante D., D. 2002. Manual de formulación y evaluación de proyectos. UACH, Méx.
- Nguyen T., V. H., A. Prem A., C. Visvanathan, and V. Anbumozhi. 2009. Techno policy aspects and socio-economic impacts of eco-industrial networking in the fishery sector: experiences from An Giang Province, Vietnam. Journal of Cleaner Production xx: 1-9.
- OIT. 1980. Guía de Seguridad e Higiene. 2da. Edición. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza.
- ONDH. 2008. Índice de Desarrollo Humano Municipal en México 2000-2005. Oficina Nacional de Desarrollo Humano. (En línea). Disponible en: <http://saul.nueve.com.mx/competividad/index.html>. Consultado el 04/04/2009.
- Ortiz-Lozano L., A. Granados-Barba, and I. Espejel. 2009. Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, Mexico. Ocean & Coastal Management 52: 317–323.
- Periódico de acuicultura. 2009. Zonificación del Borde Costero en Puerto Montt. Marzo 7. pp: 36.

- RAE, Diccionario de la Real Academia Española, (En línea), España, Real Academia Española, 2009. Formato html. Disponible en: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=Zona. Consultado el 31/03/2009.
- Ramírez G., R. 2005. Zonificación geomorfológica utilizando el concepto de estabilidad relativa aplicado a la micro cuenca Los Tapiales, río Mucujún, El Vallecito, Estado Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*. 46: 235-252.
- Reta M., J.L., Luna, F.J., Zetina, C.P., Suarez, S.C., Mena, G.J.M., y Ramos, H.A. 2007. Programa Maestro Tilapia para el Estado de Veracruz. SAGARPA. México. 261 p.
- Rincón-Sánchez E. 1996. The use of multivariate analysis in developing subsets of a Caribbean collection of maize. pH D Thesis. Lincon, Nebraska University. 85 p.
- Romo G., J. 1985. Zonas con potencial agroclimático para la producción de cinco oleaginosas bajo temporal en la República Mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 181 p.
- Rucoba G. A., A. Anchondo N., C. Lujan A., y, J.M. Olivas G. 2006. Análisis de rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernadero en la región centro-sur de Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios* 19: 1-10.
- Ruiz V., J. 1998. Zonificación agroecológica del maíz de temporal en los valles centrales de Oaxaca. I. Determinación del potencial productivo. *TERRA Latinoamericana*. 16: 269-275.
- Saavedra M., A. (2003). Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. pp: 24.
- Salinas M. 2007. Modelos de regresión y correlación IV. Correlación de Spearman. *Cienc Trab*. Jul-Sep. 9:143:145.
- Seafood Today. 2005. Desplazan a la tilapia Mexicana. Disponible en: http://www.seafood-today.com/noticia.php?art_clave=903. Consultado el 18/06/2009.
- Seeman J., Y. I. Chirkov, J. Lomas and B. Primault. 1979. *Agrometeorology*. Springer-Verlag. New York. pp 324.

- Shahadat H., M., S. Rahman C., N. Gopal D., S.M. Sharifuzzaman, and A. Sultana. 2009. Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning* 90: 119–133.
- Sombroek, W.G. 1994. Introduction to the philosophy, concepts and methods of ecological-economic zoning. Manaus Workshop on Ecological-Economic-Zoning in the Amazon Region 25-29 April 1994. Rome, FAO.
- Thierauf, R.A. 1995. Toma de decisiones por medio de Investigación de Operaciones. Decima octava reimpression. Limusa. Mexico, D.F. 556 p.
- Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) (1997). Propuesta metodológica para la zonificación ecológica-económica para la Amazonia, memorias del seminario-taller, Santa Fe de Bogotá, 9-12 de diciembre de 1996, Lima, Perú, secretaria protempore TCA, 366 p.
- Villa C., M.M., M.A. Inzunza I. y E.A. Catalán V. 2001. Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. *TERRA Latinoamericana*. 19:1-7.
- Zetina C., P., J.L. Reta M., C. Olgún P., R. Acosta B., y G Espinoza S. 2006. El cultivo de tilapia (*Oreochromis spp.*) en la rentabilidad de seis agroecosistemas en el estado de Veracruz. *Téc pecu Méx* 44:169-179.