

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACION FINANCIERA

**"ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN HUERTOS FAMILIARES
HIDROPÓNICOS PARA APOYAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y
NUTRICIONAL, Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS
MUNICIPIOS CAMOTÁN Y JOCOTÁN DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el "Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias", aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en la resolución contenida en el Numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

ASESOR:

LICENCIADO MSc. JUAN DE DIOS ALVARADO LÓPEZ

AUTOR:

INGENIERO AGRÓNOMO EDIN ALEJANDRO GIL ESTURBAN

GUATEMALA, FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Cuarto: P.C. Marlon Giovanni Aquino Abdalla
Vocal Quinto: P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS
SEGÚN EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Secretario: MSc. Hugo Romeo Arriaza Morales
Examinador: MSc. Anibal Rogelio Sandoval Fabían

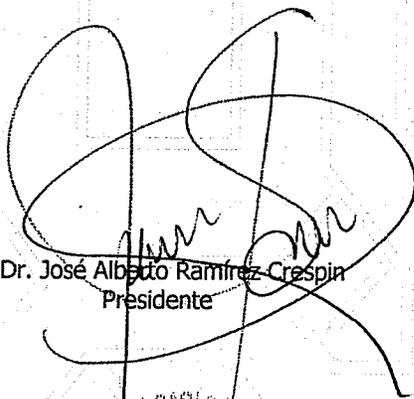


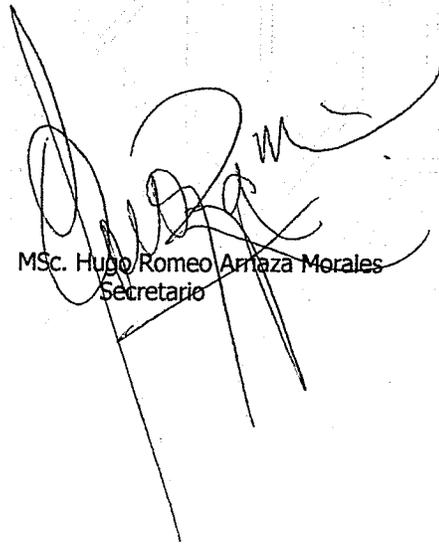
ACTA No. 33-2016

En la Sala de Reuniones del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **18 de octubre** de 2016, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Agrónomo **Edin Alejandro Gil Esturban**, carné No. **100020656**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

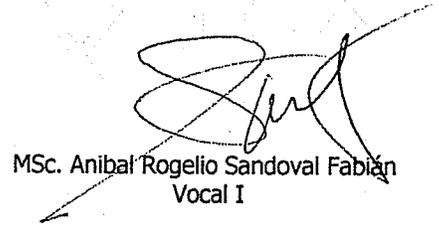
Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS PARA APOYAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL, Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MUNICIPIOS CAMOTÁN Y JOCOTÁN DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **70** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 30 días hábiles siguientes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los dieciocho días del mes de octubre del año dos mil dieciséis.


Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Presidente


MSc. Hugo Romeo Amaza Morales
Secretario




MSc. Anibal Rogelio Sandoval Fabián
Vocal I


Ing. Edin Alejandro Gil Esturban
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Edin Alejandro Gil Esturban, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 3 de noviembre de 2016.

(f)

Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Presidente





FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS
EDIFICIO 'S-8'
Ciudad Universitaria zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS,
GUATEMALA, QUINCE DE NOVIEMBRE DE DOS MIL DIECISÉIS.**

Con base en el Punto CUARTO, inciso 4.5, subinciso 4.5.3 del Acta 23-2016 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 08 de noviembre de 2016, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 33-2016 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 18 de octubre de 2016 y el trabajo de Tesis de la Maestría en Administración Financiera: "ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN HUERTOS FAMILIARES HIDROPÒNICOS PARA APOYAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL, Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MUNICIPIOS CAMOTÀN Y JOCOTÀN DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA", que para su graduación profesional presentó el Ingeniero Agrónomo **EDIN ALEJANDRO GIL ESTURBAN**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"¡D Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO

LIC. LUIS ANTONIO SUAREZ ROLDÀN
DECANO



AGRADECIMIENTOS

A:

- Dios:** Ser supremo que nos da vida y sabiduría.
- Mis padres:** Edin Aman Gil Reynosa y Dora Gladis Esturban, por el apoyo incondicional que me brindaron para que poder concretar este grandioso sueño.
- Mis Hermanos:** Mario David, Ricardo Andrés y José Alfonso, por su apoyo, paciencia y comprensión, esperando que este logro sea un ejemplo a seguir.
- Mi Esposa:** Gabriela Castellanos, por su amor, comprensión, sacrificio, paciencia y por el apoyo incondicional en todo momento, siendo un pilar fundamental para mi formación profesional
- Mi Hija:** Triana Alejandra, por ser un regalo de vida y mi motivación para seguir siempre adelante.
- Mis Familiares:** Por ser parte importante en mi vida, como muestra de aprecio y cariño.
- Mis amigos:** Por todo el apoyo recibido durante el transcurso de la carrera, gracias por su sincera y valiosa amistad
- La Universidad de San Carlos de Guatemala:** Casa de estudios donde recibí no solo el conocimiento científico y académico, sino que también me permitió conocer excelentes y gratas personas.
- A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos:** por brindarme el tiempo y la oportunidad de poder alcanzar mis metas

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| RESUMEN..... | I |
| INTRODUCCIÓN..... | III |
| 1. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES DE LOS MUNICIPIOS DE CAMOTÁN Y JOCOTÁN | 1 |
| 1.1.1 LOCALIZACIÓN | 1 |
| 1.1.2 FISIOGRAFÍA..... | 2 |
| 1.1.3 USO DEL SUELO | 2 |
| 1.1.4 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO..... | 4 |
| 1.1.5 CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LOS MUNICIPIOS DE CAMOTÁN Y JOCOTÁN CHIQUIMULA | 6 |
| 1.2 HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 8 |
| 1.2.1 CULTIVOS HIDROPÓNICOS UNA SOLUCIÓN ANTE EL HAMBRE Y EL MAL CLIMA9 | |
| 1.2.2 CULTIVOS HIDROPÓNICOS MÁS PRODUCIDOS..... | 12 |
| 1.2.3 INVESTIGACIÓN DE HUERTOS HIDROPÓNICOS | 12 |
| 1.3 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL..... | 13 |
| 1.3.1 SITUACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES Y PROYECTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA | 14 |
| 1.4 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO..... | 16 |
| 1.4.1 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA | 16 |
| 1.4.2 SEQUÍA, CANÍCULA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA | 17 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 HUERTOS HIDROPÓNICOS..... | 20 |
| 2.1.1 SISTEMAS HIDROPÓNICOS | 20 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1.2 | HIDROPONÍA COMO MÉTODO DE CULTIVO | 21 |
| 2.1.3 | SUSTRATOS O MEDIOS DE CULTIVO | 23 |
| 2.1.4 | CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SUSTRATO | 24 |
| 2.1.5 | NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS..... | 26 |
| 2.2 | EVALUACIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS..... | 28 |
| 2.2.1 | DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DEL PROYECTO..... | 28 |
| 2.2.2 | DETERMINACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL PROYECTO | 28 |
| 2.2.3 | INGENIERÍA DEL PROYECTO | 28 |
| 2.2.4 | ESTUDIO ADMINISTRATIVO..... | 29 |
| 2.3 | ESTUDIO FINANCIERO | 29 |
| 2.3.1 | INVERSIONES Y CAPITAL DE TRABAJO | 30 |
| 2.3.2 | INVERSIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA | 30 |
| 2.3.3 | ESTIMACIÓN DE FLUJOS DE EFECTIVO | 32 |
| 2.3.4 | COSTO CAPITAL PROMEDIO PONDERADO | 34 |
| 2.3.5 | TASA DE RENDIMIENTO MÍNIMA ACEPTABLE -TREMA- | 34 |
| 2.4 | EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 35 |
| 2.4.1 | VALOR ACTUAL NETO (VAN) | 35 |
| 2.4.2 | TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 37 |
| 2.4.3 | RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C) | 38 |
| 2.4.4 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD..... | 39 |
| 2.5 | EVALUACIÓN AMBIENTAL..... | 40 |
| 2.5.1 | CONCEPTO DE AMBIENTE | 40 |
| 2.5.2 | CALIDAD AMBIENTAL | 40 |
| 2.5.3 | EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 42 |
| 2.5.4 | METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 3. METODOLOGÍA..... | 45 |
| 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 45 |
| 3.2 OBJETIVOS | 47 |
| 3.2.1 OBJETIVO GENERAL..... | 47 |
| 3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 47 |
| 3.3 HIPÓTESIS..... | 48 |
| 3.3.1 ESPECIFICACIÓN DE VARIABLES | 48 |
| 3.4 MÉTODO CIENTÍFICO | 49 |
| 3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN APLICADAS | 50 |
| 3.5.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL (FUENTE SECUNDARIA) | 50 |
| 3.5.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO | 50 |
| 3.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA..... | 51 |
| 3.6.1 PUNTO DE VISTA | 51 |
| 3.6.2 UNIDAD DE ANÁLISIS..... | 52 |
| 3.6.3 PERÍODO A INVESTIGAR | 52 |
| 3.6.4 ÁMBITO GEOGRÁFICO..... | 52 |
| 4. ANÁLISIS DE ASPECTOS AGRONÓMICOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS..... | 53 |
| 4.1 DISEÑO DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS (HFH) | 53 |
| 4.1.1 DISEÑO DEL HUERTO FAMILIAR HIDROPÓNICO | 53 |
| 4.1.2 TAMAÑO Y UBICACIÓN DE LOS HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS . | 55 |
| 4.1.3 SUSTRATO HIDROPÓNICO DEL HUERTO FAMILIAR | 56 |
| 4.1.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO | 57 |
| 4.1.5 HABILITADO DEL ÁREA | 58 |
| 4.1.6 INSTALACIÓN DEL HUERTO HIDROPÓNICO FAMILIAR..... | 58 |

| | |
|--|----|
| 4.2 ANÁLISIS DEL MANEJO CULTURAL DE LOS HUERTOS FAMILIARES | 61 |
| 4.2.1 RIEGO | 61 |
| 4.2.2 MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS | 62 |
| 4.2.3 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES | 62 |
| 4.2.4 TUTORADO..... | 63 |
| 4.2.5 PODAS Y MANEJO DE FORMACIÓN DE LAS PLANTAS..... | 64 |
| 4.2.6 COSECHA | 64 |
| 4.2.7 COMERCIALIZACIÓN Y AUTOCONSUMO | 65 |
| 5. ESTUDIO FINANCIERO | 66 |
| 5.1 INVERSIÓN INICIAL NECESARIA..... | 66 |
| 5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN..... | 69 |
| 5.3 GASTOS ADMINISTRATIVOS | 71 |
| 5.4 PRODUCCIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 72 |
| 5.5 COSTO DEL CAPITAL PROMEDIO PONDERADO (CCPP)..... | 73 |
| 5.6 AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO..... | 74 |
| 5.7 FLUJO PROYECTADO DE FONDOS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 75 |
| 6. EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 78 |
| 6.1 FLUJOS DE CAJA DESCONTADO | 78 |
| 6.1.1 FACTOR DE DESCUENTO | 78 |
| 6.1.2 FLUJO DE FONDOS DESCONTADOS..... | 79 |
| 6.2 EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 80 |
| 6.2.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN) | 81 |
| 6.2.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 81 |
| 6.2.3 RELACIÓN BENEFICIO COSTO B/C..... | 82 |

| | | |
|-------|--|------|
| 6.2.4 | PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)..... | 83 |
| 6.3 | ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN | 84 |
| 6.4 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE VAN Y TIR | 86 |
| 6.4.1 | ESCENARIO: DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE VENTA..... | 86 |
| 6.4.2 | ESCENARIO: REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN..... | 88 |
| 6.4.3 | ESCENARIO: AUMENTO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN | 90 |
| 6.5 | ANÁLISIS DE ASPECTOS GENERALES RELACIONADOS CON EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 91 |
| 6.5.1 | POSIBLES EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 92 |
| 6.5.2 | MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 96 |
| 6.5.3 | PLAN DE MITIGACIÓN | 96 |
| 6.5.4 | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN | 97 |
| | CONCLUSIONES..... | 99 |
| | RECOMENDACIONES..... | 101 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 102 |
| | ÍNDICE DE CUADROS..... | 106 |
| | ÍNDICE DE FIGURAS..... | 1068 |
| | ANEXOS | 109 |

RESUMEN

En Guatemala, el denominado “corredor seco” abarca parte de los departamentos de Baja Verapaz, Zacapa, El Progreso, Jalapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa,. El corredor seco es una región que por sus condiciones climatológicas es vulnerable a sequías, y en algunas partes no cuenta con un adecuado nivel de seguridad alimentaria, en vista del grado de pobreza extrema que predomina en la población del área rural.

La presente investigación se delimita a los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, en la región Chortí de Guatemala, que se encuentran ubicados dentro del “corredor seco”. Las características biofísicas de la región crean condiciones para una agricultura de baja productividad, debido a las altas temperaturas, baja precipitación pluvial, suelos poco desarrollados y áreas escarpadas con pendientes muy altas.

La alternativa de solución que se ha planteado al problema de subsistencia de la población que vive en las áreas marginales de los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, es el cultivo agrícola a través de la implementación de huertos familiares hidropónicos, orientado a pequeños y medianos agricultores y a la diversificación de la producción. Para el efecto, previamente es necesario el análisis financiero de la inversión, con base en la aplicación de herramientas de evaluación financiera.

La metodología de la investigación consistió en la aplicación del método científico, para la realización de la evaluación agronómica y financiera de los huertos familiares hidropónicos, a través de las distintas etapas de investigación para el planteamiento del problema, justificación, análisis de viabilidad, formulación de objetivos de investigación, la fundamentación teórica, formulación de la hipótesis o respuesta tentativa al problema y el proceso de investigación de campo para la recopilación de la información necesaria, el proceso y análisis de los datos que

permitieron la prueba de la hipótesis y la presentación de los resultados de la investigación a través del presente informe de tesis.

Los resultados más importantes de la investigación realizada establecen que el diseño de los huertos familiares hidropónicos debe tener un área mínima de 300 m², con parcelas de 15 m de ancho por 20 m de largo. El sustrato hidropónico arena de río es abundante en esa región. El sistema de riego es goteo por gravedad. Las cinco especies propuestas para evaluar el sistema de cultivos hidropónicos es: tomate (*Solanum lycopersicum*), lechuga (*Lactuca sativa*), Pepino (*Cucumis sativus*), chile pimiento (*Capsicum annuum*) y acelga (*Beta vulgaris*).

El estudio financiero determinó una inversión inicial necesaria de Q 34,611.75, costos anuales de producción para el primer año de Q 13,417.37 y gastos administrativos de Q 8,800.00. Los ingresos estimados para el primer año ascienden a Q 40,400.00. El costo de capital promedio ponderado (CCPP) se determinó en 16.53%.

El financiamiento del proyecto es de un 57% con capital propio (Q19,611.75) y 43% con un préstamo bancario de Q 15,000.00 a una tasa de interés anual de 12% y plazo a cinco años.

Los resultados de la evaluación financiera demuestran la viabilidad de la inversión: Valor actual neto (VAN) positivo de Q25,808.16; tasa interna de retorno (TIR), de 60.58%, que es superior al CCPP (16.53%); la relación beneficio costo (B/C) es mayor a la unidad (1.21); y, el período de recuperación de la inversión (PRI), es de un año, 11 meses y 4 días.

Los resultados del análisis financiero de la inversión de huertos hidropónicos familiares, para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático de los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, demuestran una viabilidad financiera de la inversión.

INTRODUCCIÓN

La región denominada “corredor seco” en Guatemala abarca los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa, e incluso los últimos estudios indican que se ha ampliado a los departamentos de Alta Verapaz, El Quiché, Huehuetenango, debido al impacto adverso del cambio climático. En los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, existen características climatológicas comunes tales como alta temperatura, disminución en la biodiversidad, y baja productividad agrícola.

La presente investigación se delimita a los municipios de Camotán y Jocotán en el Departamento de Chiquimula, que se encuentran dentro del corredor seco y pertenecen a la región Chortí, que corresponde a pueblos indígenas descendientes de la civilización maya que tenía su centro cultural y político en Copán, Honduras. Se ubican al oriente del país y colindan con Honduras. Estos municipios presentan características bioclimáticas y culturales homogéneas, lo cual es idóneo para la implementación de sistemas productivos similares para la región y aumentar o diversificar la producción agrícola y los ingresos de los pequeños y medianos agricultores que realizan una actividad agrícola de subsistencia.

El tema de investigación se enfoca a la propuesta de inversión en huertos familiares hidropónicos, como una alternativa para mejorar la situación económica, social, alimentaria y nutricional, y de adaptación al cambio climático, entre otros, de la población de escasos recursos de las áreas marginales de Camotán y Jocotán. Los huertos familiares hidropónicos, como su nombre lo indica son manejados totalmente por las familias beneficiadas, aprovechando los beneficios de sus cosechas. La técnica consiste en aprovechar espacios de terreno disponibles para cultivos que cubran necesidades básicas de consumo alimenticio, haciendo uso de soluciones nutritivas, sustratos y otros materiales en lugar de suelo. Esta práctica supone además, un beneficio al medio ambiente.

Para el efecto, desde el punto de vista financiero es imprescindible que previamente se haga un análisis financiero de la inversión en huertos hidropónicos con base en la realización de un estudio y evaluación financiera a través de la proyección de flujos de efectivo, descuento de los flujos proyectados y la aplicación de herramientas de evaluación financiera.

La justificación de la presente investigación, se explica por la importancia que tiene para la población de los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, el impulso de proyectos productivos agrícolas para mejorar la situación económica y alimenticia de la población, que se encuentra en situación de pobreza y extrema pobreza; asimismo, es necesario que la base para apoyar la toma de decisiones de la puesta en marcha de este tipo de proyectos se haga aplicando principios financieros tales como el valor del dinero en el tiempo, flujos de caja proyectado y la evaluación financiera a través de instrumentos tales como el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), período de recuperación de la inversión (PRI), entre otros.

El objetivo general en relación directa con el problema de investigación, plantea: el de realizar un análisis financiero de la inversión en huertos familiares hidropónicos para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático de la población ubicada en las áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

Los objetivos específicos a resolver con la investigación, son los siguientes: Realizar un análisis de aspectos agronómicos relacionados con el diseño e instalación de huertos familiares hidropónicos para los pequeños y medianos agricultores de la región; Realizar el estudio financiero para determinar la inversión inicial, elementos de ingresos y egresos, flujo de caja proyectado y tasa de descuento; Realizar la evaluación financiera a través del análisis de flujos de caja descontados y aplicando las herramientas de evaluación financiera: Valor actual neto, (VAN); Tasa interna de retorno, (TIR); relación Beneficio-Costo (RBC); y,

período de recuperación de la inversión (PRI); Realizar el análisis financiero de la inversión a través del método de escenarios; Realizar el análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

La hipótesis de investigación o respuesta tentativa al problema, expresa que: El análisis financiero de la inversión en huertos familiares hidropónicos para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula, permite determinar la viabilidad financiera, a través del análisis financiero de la inversión y, el análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: El capítulo Uno, Antecedentes, expone el marco referencial teórico y empírico de la investigación; el capítulo Dos, Marco Teórico, contiene la exposición y análisis las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación y la propuesta de solución al problema; el capítulo Tres, Metodología, contiene la explicación en detalle del proceso realizado para resolver el problema de investigación.

El capítulo Cuatro, contiene el resultado del análisis de los aspectos agronómicos de los huertos familiares hidropónicos relacionados con el diseño, sustrato, sistema de riego; manejo cultural para el control de malezas, plagas, enfermedades, tutorado, poda, cosecha y comercialización; infraestructura adicional para el almacenamiento de la producción.

El capítulo Cinco, presenta el estudio financiero realizado para la determinación de la inversión inicial, flujos de caja proyectados y la tasa de descuento.

El capítulo Seis, expone los resultados de la evaluación financiera de la propuesta de inversión en huertos familiares hidropónicos, con base en el análisis del Valor

actual neto, (VAN); tasa interna de retorno, (TIR); relación Beneficio-Costo (RBC); y, período de recuperación de la inversión (PRI); el análisis de riesgo de la inversión, sensibilidad de VAN Y TIR, y, el análisis de aspectos generales relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

Los Antecedentes constituyen el origen del trabajo realizado. Exponen el marco referencial teórico y empírico de la investigación relacionada con el cultivo en huertos familiares hidropónicos en áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

1.1 Antecedentes de los municipios de Camotán y Jocotán

Los municipios de Camotán y Jocotán se encuentran dentro del denominado “Corredor Seco”, del oriente del país, presentando características biofísicas y culturales muy similares entre ambos. (SEGEPLAN 2011). A continuación se presentan aspectos generales de localización, fisiografía, uso del suelo y características de producción agrícola en la región.

1.1.1 Localización

Los municipios de Camotán y Jocotán, se ubican en el Oriente guatemalteco, encontrándose con las siguientes colindancias:

1.1.1.1 Localización municipio de Camotán

El municipio de Camotán se localiza en el departamento de Chiquimula, en el oriente de Guatemala; Colindando al Sur con los municipios de Jocotán y Esquipulas del departamento de Chiquimula; Al norte municipio de la Unión Zacapa y al Oeste con la Frontera de Honduras.

1.1.1.2 Localización municipio de Jocotán

El municipio de Jocotán se localiza en el Departamento de Chiquimula, en el oriente de Guatemala ; Colindando con al Norte con los municipios de La Unión (Zacapa); al Sur, con el municipio de San Juan Ermita y Olopa (Chiquimula); al Este con Camotán y al Oeste con el municipio de Chiquimula (Chiquimula) y el municipio de Zacapa (Zacapa).

1.1.2 Fisiografía

Según el estudio de ordenación territorial de Camotán y Jocotán Chiquimula entre los paisajes fisiográficos, se encuentra; el paisaje de montaña y el paisaje del valle, donde un 5% corresponde al cerro, por lo que el terreno es clasificado como quebrado, la pendiente de los suelos está asociada con la erosión del mismo, dando como resultado que los suelos en áreas de alta pendiente y sin cobertura forestal, son fácilmente erosionados y los sedimentos transportados azolvan a los ríos.

Cuadro 1. Distribución del paisaje, Camotán y Jocotán

| Paisaje | Camotán | | Jocotán | |
|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | Área (Ha) | % | Área (Ha) | % |
| Total | 23,086 | 100 | 24,763 | 100 |
| Altiplanicie | 35 | 0 | 132 | 1 |
| Cerro | 1,248 | 5 | 640 | 3 |
| Montaña | 18,913 | 82 | 22,893 | 92 |
| Planicie | 0 | 0 | 206 | 1 |
| Valle | 2,890 | 13 | 891 | 4 |

Fuente: SEGEPLAN (2011).

1.1.3 Uso del suelo

Los suelos municipio de Camotán y Jocotán Chiquimula son principalmente de vocación forestal, debido principalmente a su topografía con alta pendiente, el uso actual del suelo es principalmente agrícola, esto derivado por factores como la falta de áreas aptas para cultivos limpios, tenencia de la tierra, aumento de los índices de natalidad, bajos niveles de escolaridad. Entre los principales usos de la tierra también se encuentran centros urbanos y población rural, bosques de

coníferas (principalmente Pinusoocarpa) y bosques latifoliados. (SEGEPLAN 2011).

Cuadro 2. Uso Actual del suelo del municipio de Camotán y Jocotán Chiquimula

| Categoría de uso | Camotán | | Jocotán | |
|-----------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | Área (Ha) | % | Área (Ha) | % |
| Total | 23,256 | 100 | 24,927 | 100 |
| Centro urbano | 82 | 0 | 81 | 0 |
| Poblado rural | 1,132 | 5 | 1,102 | 5 |
| Área de deslaves | 6 | 0 | 8 | 0 |
| Bosque coníferas denso | 1,646 | 7 | 1,215 | 5 |
| Bosque coníferas ralo | 1,924 | 8 | 3,094 | 12 |
| Bosque latifoliado denso | 388 | 2 | 316 | 1 |
| Latifoliado ralo | 152 | 1 | 346 | 1 |
| Bosque mixto denso | 971 | 4 | 35 | 0 |
| Bosque mixto ralo | 301 | 1 | 42 | 0 |
| Maíz-frijol | 2,595 | 11 | 2,399 | 10 |
| Maíz-frijol-maicillo | 2,981 | 13 | 5,276 | 21 |
| Hortalizas | 136 | 1 | 5 | 0 |
| Tabaco | 36 | 0 | 12 | 0 |
| Café | 1,574 | 7 | 585 | 2 |
| Sistemas agroforestales | 373 | 2 | 138 | 1 |
| Secundario/estado sucesional alto | 6,180 | 27 | 6,363 | 26 |
| Secundario/estado sucesional bajo | 121 | 0 | 1,144 | 5 |
| Pastos cultivados | 111 | 1 | | |
| Pastos naturales | 2,448 | 11 | 2,709 | 11 |
| Playas | 100 | 0 | 57 | 0 |

Fuente: SEGEPLAN (2011).

1.1.4 Capacidad de Uso del Suelo

La capacidad de uso del suelo del municipio de Camotán y Jocotán Chiquimula, se establece en el siguiente cuadro, según la metodología del sistema USDA del Departamento de Agricultura de los Estado Unidos de América.

Cuadro 3. Capacidad de uso del suelo del municipio de Camotán y Jocotán

| Capacidad | Camotán | | Jocotán | |
|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | Área (Ha) | % | Área (Ha) | % |
| Total | 23,256 | 100 | 24,928 | 100 |
| II | 1,696 | 7 | 386 | 1 |
| III | 72 | 0 | 227 | 1 |
| IV | 7,636 | 33 | 7,877 | 32 |
| VI | 2,777 | 12 | 1,450 | 6 |
| VII | 11,075 | 48 | 14,585 | 58 |

Fuente: SEGEPLAN (2011).

Las principales categorías de uso del suelo, según la metodología de USDA se describen a continuación:

Cuadro 4. Categorías de Capacidad de Uso del suelo metodología USDA

| Categoría | Sistema USDA |
|-----------|--|
| Clase II | Estos suelos tienen algunas limitaciones que reducen la selección de plantas y cultivos, y requieren prácticas moderadas de conservación. |
| Clase III | Los suelos de esta clase tienen severas limitaciones que reducen la selección de las plantas, requieren prácticas especiales de conservación, o ambas. |
| Clase IV | Los suelos de esta clase tienen muy severas limitaciones que restringen la selección de las plantas, requieren un cuidadoso manejo, o ambas. Pueden servir sólo para dos o tres de los cultivos corrientes y las cosechas son bajas en relación con los insumos. |

| Categoría | Sistema USDA |
|------------|---|
| Clase VII | Los suelos de esta clase tienen severas limitaciones que los incapacitan para los cultivos y limitan su uso exclusivamente para pasturas, bosques o reservas de tierras vírgenes bajo un manejo apropiado. Las limitaciones son imposibles de corregir. |
| Clase VIII | Los suelos de esta clase tienen limitaciones que impiden su uso para la producción de cultivos comerciales y lo limitan a la reserva de tierras vírgenes, abastecimiento de agua, áreas de esparcimiento y parques nacionales, limitaciones imposibles de corregir. |

Fuente: SEGEPLAN (2011).

El uso del suelo en el municipio de Camotán, es el siguiente.

- El 48% de los suelos son de clase VII; son suelos que por sus severas limitaciones carecen de capacidad para los cultivos y su uso se limita, exclusivamente, para pasturas, bosques o reservas de tierras vírgenes bajo un manejo apropiado. Esta clase posee limitaciones que no pueden ser corregidas;
- El 33% de los suelos es de clase IV que tienen muy severas limitaciones que, restringen la selección de las plantas, requieren un cuidadoso manejo, o ambas circunstancias. Los suelos de esta clase pueden servir sólo para dos o tres de los cultivos corrientes y las cosechas son bajas con relación a los insumos.
- El 12% de los suelos son de clase VI, que poseen continuas limitaciones imposibles de ser corregidas, principalmente por la profundidad y susceptibilidad a la erosión, por lo general, no son aptos para cultivos, sin embargo pueden ser utilizados para pasturas, bosques y reservas de tierras vírgenes.

- El 7% de los suelos es de clase II, los cuales tienen algunas limitaciones que reducen la selección de plantas y cultivos, y requieren prácticas moderadas de conservación.

Debido a la vocación predominante de los suelos el municipio debería contar con aproximadamente el 70% de sus suelos cubiertos de bosques y con áreas de reserva y protección especial, problema que al momento carece de atención (SEGEPLAN 2011). Según el análisis de capacidad de uso del suelo de Jocotán se aprecia lo siguiente:

- El 59% equivalente a 14,998 ha , tienen potencia para el desarrollo de actividades forestales, de las cuales 403 ha deberán de ser destinadas para actividades de conservación y el restante puede entrar en actividades de manejo sostenible de bosques, en clase VI,
- El 32% 1,450 ha tienen potencial para sistemas agroforestales 7,877 ha de los suelos tienen vocación para cultivos permanentes con prácticas de conservación de suelos y sistemas agroforestales, en clase IV.
- El 2% de los suelos con vocación agrícola representa únicamente 613 ha, de las cuales 386 pueden utilizarse para cultivos limpios y 227 ha tienen que necesariamente tener prácticas de conservación de suelos, en clase II y III.

Considerando a los dos municipios, presentan condiciones muy similares en su capacidad de uso del suelo, donde la prioridad es la conservación o bien la implementación de sistemas agroforestales con prácticas de conservación de suelos.

1.1.5 Características de producción agrícola de los municipios de Camotán y Jocotán Chiquimula

La principal fuente de ingresos de la población es la agricultura de subsistencia basada en el cultivo de maíz, frijol y sorgo. Además, la población completa sus

ingresos con la artesanía y el trabajo estacional en plantaciones comerciales cercanas de café, melón, banano, entre otros. Los suelos del área son de las clases agrológicas del IV al VIII, esto se refiere a suelos bastante pedregosos, con poco porcentaje de material orgánico, con bastante pendiente, no aptos para cultivos intensivos, para los cuales se recomienda. El bosque que va quedando en estas áreas es bastante baja, además, los agricultores que tienen terrenos en estas áreas no utilizan prácticas de conservación de suelos por lo que cada invierno sus suelos son empobrecidos en forma acelerada. (SEGEPLAN 2011). Las características de estos sistemas de producción son las siguientes:

- Ubicados en las laderas secas,
- Los insumos agrícolas que utilizan son muy escasos,
- El acceso a los terrenos es malo,
- La tecnología para producción es mínima,
- Terrenos con pendientes altas,
- Alta pedregosidad y poca materia orgánica,
- La capacidad de uso de la tierra o vocación no es la indicada para la producción agrícola,
- Suelos con poca retención de agua por falta de cobertura vegetal permanente
- No se cuentan con sistemas de riego ni mecanización agrícola.
- Otro de los factores condicionantes dentro de la producción agrícola es que utilizan semilla criolla no seleccionada.

Estos agricultores deben prestar su mano de obra en otros lugares para llenar otras necesidades de consumo o de insumos agrícolas o para la renta de tierras,

siendo dependientes de los otros tipos de productores y de los precios del mercado de los productos agrícolas que estos producen

- Otra actividad realizada por la población del municipio es la producción pecuaria aunque en pequeña proporción, los productos más comunes son los huevos, la leche, la miel de abeja, y la carne de pollo y bovina.
- La producción mercantil, es la otra división del sistema de producción agrícola.

Dentro de este sector se encuentran a los productores que cuentan con más de 10 manzanas de terreno, y que tienen las siguientes características:

- La explotación agrícola es bastante tecnificada, con la utilización de semilla mejorada,
- Uso generalizado de insumos agrícolas,
- Cuentan con vehículos para transportar sus productos, mantienen contratado personal de campo para mantenimiento de las plantaciones y en los tiempos de cosecha contratan jornaleros,
- Los terrenos y sus cultivos no son su única fuente de ingreso, todo lo que producen es para la venta en mercados locales e internacionales,
- Los terrenos de estas personas son bastante accesibles por lo que el transporte de sus productos hacia los mercados es sencillo.

1.2 Huertos familiares hidropónicos

Según lo establece la FAO (2003), la hidroponía popular muestra un nuevo enfoque de producción rural, el cual es disponible para pequeños productores, amas de casa y niños de las áreas populares (rurales), ya que ellos son los que pasan el mayor tiempo en sus casas, y pueden darle un manejo adecuado a los

cultivos. La hidroponía popular ha demostrado que se pueden obtener productos agrícolas, principalmente hortalizas de excelente calidad y exclusivos, que sirven para subir la autoestima de los hidrocultores, también permite acceder a formas de organización y de gestión (microempresas) que generan procesos culturales de promoción personal y de superación de la pobreza. La hidroponía popular está comenzando a afianzarse en América Latina, siendo una opción aplicable para la lucha contra la pobreza. Siendo considerada en varios países como la base de programas nacionales; en otros se encuentra todavía en proceso de desarrollo. La Hidroponía popular, puede representar una opción una opción en la mejora del ingreso y de la calidad de vida, que maximiza los componentes de la información, a la vez que reduce a un mínimo el de inversión, ofreciendo una alternativa sostenible de desarrollo.

La palabra hidroponía significa plantar verduras y vegetales en agua o materiales distintos a la tierra, de igual manera se le ha llamado la agricultura del futuro, por la facilidad de manejo y la maximización de los espacios para su implementación. (INCAP 1997).

Ante el inminente cambio climático y la falta de extensiones de tierra se ha vuelto necesario buscar alternativas tecnológicas para promover la producción agrícola y mitigar el hambre. La agricultura hidropónica—como se llama a este método— es una forma de producción alimenticia. Además nuevas tecnologías están empezando a tomar fuerza y las están incluso poniendo a prueba en el espacio. (Gándara 2016).

1.2.1 Cultivos hidropónicos una solución ante el hambre y el mal clima

En Guatemala se ha promovido la implementación de los cultivos hidropónicos, entre los pequeños y medianos productores, siendo una estrategia nacional para enfrentar la crisis alimentaria y aumentar la dieta y los ingresos de los agricultores, donde los cultivos hidropónicos fomentan el uso de productos amigables con el

ambiente, donde algunos lo consideran como cultivos orgánicos, que puede lograr aumentar el precio de los productos, pues se les brinda un control biológico. (Gándara 2016).

Como beneficios indirectos se tiene la reducción de la huella ecológica y la disminución de la huella de carbono, por no utilizar productos químicos que actualmente la mayoría son derivados del petróleo, aunque también es de considerar que para la elaboración de las soluciones nutritivas, se utilizan sales, que son en base de hidrocarburos, pero de una forma sostenible, y sin que sean liberados al ambiente.

La población guatemalteca, establece su dieta diaria de granos básicos tradicionales tales como maíz y frijol que necesitan grandes extensiones para su producción. Las poblaciones que se alimentan solamente de estos granos básicos tienden a ser más vulnerables a presentar desnutrición, esto debido a que no tienen un complemento de Hidratos de Carbono (Carbohidratos), Proteínas, y vitaminas, por lo que los cultivos hidropónicos mediante la técnica de huertos familiares, puede diversificar el alimento, mejorando su cantidad, diversidad y calidad alimentaria.

Los cultivos hidropónicos, pueden soportar los suelos infértiles en los que cultivan muchos de los pequeños y medianos agricultores, y a la vez constituyen una solución ante los eventuales y drásticos efectos del cambio climático, que ocasiona sequias, inundaciones degradación de tierras. Pues hace un uso eficiente del agua, mediante sistemas cerrados re circulatorios. Bajo las condiciones expuestas anteriormente, refleja dos cosas, la producción de hortalizas como medio de mitigación ante la vulnerabilidad a desnutrición, y otros medios de producción de las mismas. (Gándara 2016).

El enfoque actual de los cultivos hidropónicos está dirigido especialmente a las áreas rurales, donde varias instituciones nacionales están involucradas mediante la importancia de la adaptación al cambio climático y la ley de seguridad alimentaria y nutricional, aunque los cultivos hidropónicos no es solamente en Guatemala, se tiene como una visión mundial conjuntamente con la FAO.

Estableciendo que mediante la hidroponía se podrán producir hortalizas que puedan: Disminuir la desnutrición, disminución de la vulnerabilidad alimentaria, dietas variables contrastando con la dieta fundamentada en granos básicos. En algunas aldeas de los Municipios del departamento de Guatemala se están organizando Consejos Comunitarios de Desarrollo para impartir charlas informativas de cómo poder producir legumbres de primera necesidad con hidroponía (Gándara, 2016).

Ventajas del cultivo hidropónico:

- Reduce el riesgo por excesos de irrigación ya que se tiene control del drenaje.
- Evita el gasto inútil de agua, fertilizantes y pesticidas, Asegura la irrigación en toda el área de las plantas.
- Reduce los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.
- Aumenta el rendimiento y mejora la calidad del producto.
- El uso de este método ayuda a la reducción de los costos de energía utilizado para la preparación del terreno a cultivar.
- En suelos Hidropónicos es más fácil llevar un control del desarrollo de la planta, que en un suelo normal, reduciendo el tiempo y dinero en la eliminación de malezas.

1.2.2 Cultivos hidropónicos más producidos

A continuación se realiza una breve lista de los principales cultivos que se han trabajado en Guatemala y en el mundo.

- **Tomate:** es el cultivo hidropónico de mayor extensión en Guatemala y el mundo, este es producido en sus diferentes variaciones (Racimo, Bola, Cherrys, Grape y Roma). Dentro del cultivo de tomate las variedades más producidas son las de tipo Racimo y Bola.
- **Chile Pimiento:** es el segundo cultivo de mayor extensión en Guatemala, es producido en diferentes colores siendo los más comunes los de color rojo, amarillo y anaranjado.
- **Pepino:** este cultivo en los últimos años ha tomado un mayor auge, este se produce en los tres tipos: pepinos cortos (minipepinos y pepinillos), tipo mediano (slicer) los cuales son los que se comercializan comúnmente en el mercado local, y pepinos largos (holandés).

De igual manera se está trabajando con huertos escolares, donde se aumenta la producción y diversidad de los diferentes productos, mediante la aplicación de soluciones nutritivas universales. (Gándara, 2016).

1.2.3 Investigación de Huertos hidropónicos

El Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mediante el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, dentro de sus líneas de investigación, ha ejecutado dos proyectos de huertos hidropónicos, de los cuales se ha evaluado los diferentes sustratos para la producción de hortalizas, y el consumo familiar, estos proyectos se mencionan a continuación:

- PROYECTO FODECYT 46-2008. Evaluación de huertos hidropónicos como modelos económicos-productivos para seguridad alimentaria y disminución de pobreza en Suchitepéquez y Retalhuleu.
- PROYECTO FODECYT 36-2010 Evaluación de la respuesta del cultivo hidropónico de hortalizas a sustratos elaborados con materiales procedentes de las aldeas Brasilar y Shupá del municipio de Camotán, Chiquimula.

Ambos proyectos tuvieron la finalidad de realizar una investigación técnica, sobre los mejores sustratos para la implementación de huertos familiares, quedando los mismos sin una evaluación financiera que permitiera su implementación por los comunitarios.

1.3 Seguridad alimentaria y nutricional

Según la política nacional de seguridad alimentaria y nutricional de la SESAN 2008, Decreto Número 32-2005, Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional “El Estado tiene la obligación de velar por el derecho fundamental de todo ciudadano(a) de estar protegido (a) contra el hambre. Por mandato constitucional todas y todos los guatemaltecos tienen derecho a una alimentación y nutrición dignas, basadas en la disponibilidad suficiente de alimentos en cantidad y calidad, dentro de un marco de condiciones socioeconómicas y políticas, que les permitan su acceso físico, económico y social, y su adecuado aprovechamiento biológico”.

Basado en la ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, la propuesta de inversión de huertos familiares, propiciaría generar no solo una fuente de ingreso alternativa, sino también obtener una diversificación de productos agrícolas, con los cuales podría apoyar la seguridad alimentaria, y fomentar el establecimiento de huertos por parte del núcleo familiar.

1.3.1 Situación de las investigaciones y proyectos sobre cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria

En Guatemala se han realizado una serie de diversas investigaciones sobre el cambio climático y la vinculación sobre la seguridad alimentaria y nutricional, donde las tendencias de investigación se han relacionado sobre proyectos de agricultura, cambio climático y seguridad alimentaria, donde las instituciones se han visto más preocupadas por mitigar el cambio climático, investigaciones sobre la reducción de gases de efecto invernadero, y la disminución de la pobreza de las comunidades afectadas y del uso de los recursos naturales

Recientemente, se ha incrementado el interés por ahondar en la adaptación al cambio climático de manera particular en el área de transferencia de tecnologías. Sin embargo, es necesario fortalecer las áreas de investigación en seguridad alimentaria y nutricional (SAN), para combatir efectivamente y con las herramientas necesarias la desnutrición crónica que existe en el país. (CGIAR 2015).

Según CGIAR (2015), establece que actualmente, se ha incrementado el interés por ahondar en la adaptación al cambio climático de manera particular en el área de transferencia de tecnologías. Sin embargo, es necesario fortalecer las áreas de investigación en seguridad alimentaria y nutricional (SAN), para combatir efectivamente y con las herramientas técnicas y financieras necesarias para disminuir la desnutrición crónica que existe en el país.

Con los datos obtenidos por por CGIAR (2015), misma que es relacionada con el cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria, de Guatemala, se presenta la información en el siguiente cuadro, donde se enmarcan los principales tratados internacionales que ha firmado el país para afrontar el cambio climático.

Cuadro 5. Tratados internacionales sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria

| ÁREA | NORMATIVIDAD |
|-----------------------|---|
| Cambio Climático | CMNUCC, 1995 (Ratificación) Protocolo de Kioto, 1999 (Ratificación) Declaración de San Pedro Sula, 2008 Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, 2013. Ley de Incentivos para Energías Renovables, 2003 Política Nacional de Cambio Climático, 2009. Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y Recursos Naturales, 2007 |
| Seguridad Alimentaria | Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2005 Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2006 Pacto Hambre Cero, 2012 Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2012-2016. Plan Estratégico de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2012-2016 |
| Agricultura | Convenio de la ONU contra la desertificación en países afectados por sequía grave o desertificación, 1998 Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, 2009-2016 Política Agropecuaria, 2011-2015 |
| Gestión del Riesgo | Marco de Acción de Hyogo, 2005 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado, 1996 Reglamento de la Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2012. Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres en Guatemala, 2011 |
| Forestal | Ley Forestal, 1996 Reglamento de la Ley Forestal, 2005 Política Nacional Forestal, 1999 |

Fuente: GCIGAR (2015).

1.4 Adaptación al cambio climático

Según el Acuerdo Ministerial No. 362-2007. (MARN 2007), el Estado de Guatemala ratificó mediante el Decreto número 13-98 del Congreso de la República de Guatemala del 25 de febrero de 1998, su adhesión a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD por sus siglas en Inglés), para hacer frente de mejor manera a este fenómeno natural, que ha afectado un área significativa del territorio nacional y para hacer efectivas las actividades relacionadas a la aplicación de la Convención en el país, Guatemala ha cumplido con formular su Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía -PROANDYS-.

Dentro de las acciones que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables –MARN-, mediante el Departamento de Lucha contra la Degradación de Tierras, la Desertificación y la Sequía, en el congreso de medidas para Congreso Nacional sobre Medidas de Luchas contra la Degradación de Tierras, la Desertificación y la Sequía, establecieron como una medida para el uso adecuado del agua propuestas de sistemas hidropónicos, fomentando las actividades con líderes comunitarios y técnicos involucrados en la ley del cambio climático y asegurar opciones de producción que eviten la degradación de tierras (MARN 2016).

1.4.1 Impacto del cambio climático en los países de América Latina

Según Taipe (2010), los impactos que tendría el cambio climático en las regiones de América Latina son varias, considerando principalmente los efectos nocivos sobre la agricultura y también sobre la seguridad alimentaria, derivado de la redistribución de las lluvias, intensidad de la precipitación cambiando el ciclo hidrológico. Otros efectos son el aumento de las enfermedades de la piel, gastrointestinales y pulmonares, como también un riesgo directo a eventos extremos por la variación climática.

Sobre los diferentes efectos negativos del cambio climático sobre la agricultura, radica en la disminución de la producción agrícola, derivado del aumento de la concentración de bióxido de carbono (CO²) en la atmósfera, dicho aumento provoca en las plantas por efecto del cierre parcial de los estomas una disminución en las tasas de transpiración, esto a su vez influye en el proceso natural de termorregulación de las plantas, provocando de este modo un aumento en la temperatura de las hojas, debido a esta problemática, derivando de un mayor consumo de agua para autorregular la temperatura mediante la transpiración. (Taipe 2010).

Según Ocampo (2011), los efectos del cambio climático, afectara directamente la productividad agrícola en toda América Latina, y de forma conjunta afectara la pesca y los recursos energéticos e hidrológicos con la disminución del caudal de los ríos. Este desequilibrio tendrá como repercusiones, el cambio fenológico de las especies vegetales y de los cultivos agrícolas, haciéndolos más susceptibles a plagas y enfermedades, aumentando así las pérdidas de los productores. Afectando a los pequeños productores que tienen una agricultura únicamente de subsistencia, en el caso de Guatemala afectaría principalmente los índices de desnutrición.

Entre las actividades realizadas esta la agricultura ecológica, que tiene como finalidad el involucramiento de conocimientos científicos y culturales del manejo de la tierra y el agua de los campesinos. El mismo se basa en realizar el aprovechamiento máximo y racional de los recursos locales (tanto tecnología como conocimientos) y con un respeto por las culturas locales y la naturaleza. (Ceiba 2016).

1.4.2 Sequía, canícula y cambio climático en Guatemala

En el año 2013 el Congreso de la República de Guatemala aprobó el Decreto 7-2013, Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación

Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (LMCC). Derivado de esta Ley creó el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) regido por la Presidencia de la República con participación pública y privada, el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático adscrito al MARN, y el Fondo Nacional de Cambio Climático, con la tarea de financiar planes, programas y proyectos de gestión de riesgo, reducción de la vulnerabilidad, adaptación forzosa y mitigación obligada con acciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- y la Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN- con la implementación del programa Hambre Cero. (CGIAR 2015)

Según el INSIVUMEH, se clasifica a la canícula, o veranillo, como un fenómeno meteorológico-climático que se caracteriza por la escasez o ausencia de agua durante la época lluviosa de Guatemala.

En Guatemala se presenta la sequía generalmente cuando la temperatura del océano pacifico está más cálida de lo normal, un fenómeno conocido como El Niño. Cuando hay condiciones océano-atmosféricas que favorecen a El Niño, se puede presentar sequía y a su vez una canícula extendida. Esto ocurre por el resultado de variabilidad en las condiciones climáticas mundiales que alteran el ciclo hidrológico del país y suben las temperaturas oceánicas. Se cree que el calentamiento global y cambio climático provoca eventos meteorológicos más intensos y recurrentes en Guatemala y en el mundo (Rivera 2014).

Rivera (2014), establece que la sequía es un tiempo seco de larga duración en el que el agua disponible de una determinada región se ubica por debajo de los parámetros habituales; por lo tanto, no resulta suficiente para satisfacer las necesidades de los seres humanos, los animales y las plantas. Considerando los efectos de la sequía en Guatemala esta problemática ha afectado, a todo el país, principalmente el denominado “corredor seco”, que es la región o zona semiárida del país, que abarca a los departamentos del Progreso, Zacapa y Chiquimula,

pero se tiene el pronóstico que en los próximos años se extenderá al altiplano occidental.

En Guatemala se han producido canículas prolongadas en años de sequía y en ocasiones en años catalogados como años Niño o condiciones neutras. Entre estos años que se tienen registros de sequias en Guatemala están 1998, 2009 y 2014. (Rivera 2014).

Rivera (2014) establece que en el año 2014 en Guatemala se vio afectada considerablemente por una sequía que provocó una canícula prolongada, con ausencia de lluvia de hasta 45 días. Donde se tiene una estimación de más del 70% de los cultivos de granos básicos del país, principalmente de pequeños productores, afectando directamente a más de un millón de personas y subiendo los precios de los alimentos, sobre todo en el Corredor Seco, donde el cambio climático ya había causado una pérdida masiva también en la otra fuente principal de ingresos, la cosecha de café, por medio de la roya. Todo esto agudizó “la desnutrición en niños y niñas menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva, aumentando el riesgo de conflictividad social y familiar e incrementando flujos de migración interna y al exterior” Esta sequía fue provocada por un leve calentamiento en la temperatura del océano pacifico. Este calentamiento de aproximadamente 0.6 grados arriba de lo normal se mantuvo en varios meses del año 2014. Según pronósticos de las sequias y canículas en Guatemala, se espera un aumento de la intensidad, severidad, extensión y duración, de las mismas, así como el incremento tanto de su frecuencia como de la ocurrencia de los fenómenos extremos en Guatemala (Rivera 2014).

2. MARCO TEÓRICO

El Marco teórico contiene la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación relacionada con la implementación de huertos familiares hidropónicos como una medida para apoyar la seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático en los municipios Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula.

2.1 Huertos hidropónicos

El significado de la palabra Hidroponía deriva de las palabras griegas Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) y significa literalmente "trabajo en agua". Siendo considerada como la ciencia que estudia los cultivos sin tierra. (Herrera 2013).

Los cultivos hidropónicos se originaron por la simple necesidad de producir alimentos en áreas o lugares infértiles, y con disponibilidad de agua, siendo cultivos antiguos, como medios de subsistencia a nivel mundial. (Herrera 2013).

2.1.1 Sistemas hidropónicos

Los sistemas de cultivos hidropónicos, se establecen como cultivos en agua o bien como cultivos sin tierra. (Guzmán 2004). Siendo los sistemas más comunes los siguientes:

- Camas o bancales,
- Cultivos verticales en columnas o mangas colgantes,
- Maceteros o bolsas y
- Canales o canoas.
- Raíz flotante, en donde las raíces permanecen sumergidas en una solución nutritiva, la cual debe oxigenarse con cierta frecuencia,

- NTF, siendo uno de los métodos más modernos, es la técnica de la película nutritiva (NFT en inglés), donde las raíces son bañadas periódicamente por la solución nutritiva,
- Aeroponía, en donde la solución es asperjada a las raíces de las plantas (poco utilizada a nivel comercial, solo experimental).

2.1.2 Hidroponía como método de cultivo

El hecho que hidroponía tenga como significado trabajar sin tierra, es necesario saber los requerimientos de cada cultivo, ya que las plantas necesariamente crecen en el agua o colgando o en el aire con baños de agua. Hay diversas formas de hacer hidroponía, algunas de las cuales hacen uso de sustratos sólidos que no son tierra, tales como la concha de coco, cascarilla de arroz, arena lavada de río, perlita, lana de roca. (Herrera 2013).

Los diferentes sustratos hidropónicos, pueden ofrecer las características que ofrece la tierra o el suelo, que es un medio de sostén, humedad, nutrientes, oxígeno. Los sustratos hidropónicos simulan las condiciones del suelo, pero ofreciendo esterilidad a las plantas, por lo que el suelo es un foco de plagas y enfermedades, a través de virus y bacterias. Esos problemas no se presentan con la hidroponía, porque el sustrato que se usa en la hidroponía solo ofrece el sostén y la capacidad de mantener la humedad y oxigenación de las raíces de las plantas. No aporta nutrientes y es fácilmente controlable que esté libre de contaminación y de plagas y enfermedades. (Herrera 2013)

Para los sistemas hidropónicos los diferentes nutrientes, tanto mayores como menores, se ofrecen a la planta a través del agua que se usa como solución nutritiva de la hidroponía, y es allí donde está el verdadero arte de la técnica, en tener las soluciones nutrientes adecuadas para cada cultivo en sus diferentes etapas; desde el almácigo (semilleros), pasando por la germinación, brote,

crecimiento, floración, polinización, producción de la fruta y cosecha. (Guzmán 2004)

Las ventajas de la hidroponía:

- A. No depende de las estaciones de forma estricta debido a que se puede hacer en invernaderos
- B. No depende de la calidad de los suelos del área geográfica en cuestión
- C. Se puede controlar la calidad de los nutrientes de forma más objetiva
- D. Permite la producción de semilla certificada
- E. Permite el control de plagas, parásitos, bacterias, hongos y virus (en sistemas cerrados, como invernaderos).
- F. Permite el mejor uso del agua, porque se recicla
- G. Permite la disminución del uso de agentes tóxicos
- H. No usa maquinarias pesadas
- I. Puede ser altamente automatizada
- J. Puede protegerse de los efectos del clima
- K. Puede calcularse el retorno económico con un margen de error menor que en cultivo tradicional
- L. Las frutas y vegetales tienden a crecer de forma regular (todos con el mismo promedio de tamaño) sin que haya parches de tierra de mejor o peor calidad porque no dependen de la tierra sino de las soluciones y del sustrato

- M. Permite la implementación de cultivos en zonas urbanas y suburbanas (incluso en patios, terrazas, entre otros) en forma de huertos familiares
- N. No requieren grandes extensiones de tierra

Criterios para definir el lugar donde ubicar una huerta hidropónica popular:

- O. Disponer de un mínimo de seis (6) horas de luz solar al día en el lugar elegido,
- P. Próximo a la fuente de suministro de agua,
- Q. No expuesto a vientos fuertes,
- R. Próximo al lugar donde se preparan y guardan los nutrientes hidropónicos,
- S. No excesivamente sombreados por árboles o construcciones,
- T. Ser protegido o cercado para evitar el acceso de animales domésticos,
- U. Posible de proteger contra condiciones extremas del clima(heladas; granizo; alta radiación solar; vientos), y
- V. Lejos de focos de contaminación con aguas servidas o desechos industriales.

2.1.3 Sustratos o medios de cultivo

Para hacer una huerta hidropónica popular existe gran cantidad de recipientes apropiados de diferentes tamaños, materiales y precios. En todos los países y lugares hay disponibilidad de materiales que algunas industrias desechan o que la naturaleza provee de manera abundante y económica. (FAO 2003)

2.1.4 Características de un buen sustrato

Los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y es preferible que no tengan sustancias minerales solubles para no alterar el balance químico de la solución nutritiva que será aplicada. El material no debería ser portador de ninguna forma viva de macro o micro organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daño a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir. (FAO 2003)

Lo más recomendable para un buen sustrato es:

- Que las partículas que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0,5 y no superior a 7 milímetros
- Que retengan una buena cantidad de humedad, pero que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o con la lluvia
- Que no retengan mucha humedad en su superficie
- Que no se descompongan o se degraden con facilidad
- Que tengan preferentemente coloración oscura
- Que no contengan elementos nutritivos
- Que no contengan micro organismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas
- Que no contengan residuos industriales o humanos
- Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar
- Que sean de bajo costo.
- Que sean livianos.

2.1.4.1 Sustratos de origen orgánico

Los sustratos más utilizados para los cultivos hidropónicos, a gran escala y en pequeños productores son:

- **Cascarilla de arroz:** es necesario lavarla, dejarla fermentar bien, humedecerla antes de sembrar o trasplantar durante 10 a 20 días, según el clima de la región (menos días para los climas más caliente) (FAO 2003)
- **Aserrín o viruta desmenuzada de maderas amarillas.** En relación a derivados de madera es preferible que no sean de pino ni de maderas de color rojo, porque éstos contienen sustancias que pueden afectar a las raíces de las plantas. Si sólo es posible conseguir material de estas maderas, se lava con abundante agua al aserrín o viruta y se lo deja fermentar durante algún tiempo antes de utilizarlo. No debe ser usado en cantidad superior al 20 por ciento del total de la mezcla. (FAO 2003)

2.1.4.2 Sustratos de origen inorgánico

- Escoria de carbón mineral quemado
- Escorias o tobas volcánicas
- Arenas de ríos
- Grava fina
- Maicillo

Cuando se usan escorias de carbón, tobas volcánicas o arenas de ríos, estos materiales deben lavarse cuatro o cinco veces en recipientes grandes, para eliminar todas aquellas partículas pequeñas que flotan. (FAO 2003)

Algunas escorias de carbón o de volcanes tienen niveles de acidez muy altos y algunas arenas (como las arenas de mar) los tienen muy bajos (son alcalinas). Estos materiales deben ser lavados muy cuidadosamente, hasta que no les queden sustancias que los hagan muy ácidos o muy básicos. (FAO 2003)

2.1.5 Nutrición de las plantas

Los cultivos agrícolas como cualquier otra planta tienen requerimientos nutricionales, y los cultivos hidropónicos deben de satisfacer dichos requerimientos, las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas. (FAO 2003)

- **Preparación de una solución concentrada**

Para la preparación de soluciones concentradas es necesario preparar soluciones nutritivas, por afinidad de los compuestos químicos, mismos que son clasificados como solución nutritiva A (Solución concentrada A), que contiene macro elementos, y solución nutritiva B (Solución concentrada B), que contiene elementos menores y micro elementos. (FAO 2003)

- **Solución concentrada A**

Para la preparación de solución concentrada, es necesario tener ciertos elementos:

- Fosfato mono amónico (12-60-0) 340 gramos
- Nitrato de Calcio 2080 gramos
- Nitrato de Potasio 1100 gramos

- **Procedimiento de elaboración de Solución concentrada A**

Se debe de preparar en un recipiente con 6 litros de agua, y se agregan uno por uno los elementos, al diluir todos los elementos es necesario aforar a los 10 litros de agua, y agitarlo durante unos 10 minutos (FAO 2003)

- **Solución concentrada B**

Para la preparación de solución concentrada, es necesario tener ciertos elementos:

- Sulfato de Magnesio 492 gramos
- Sulfato de Cobre 0,48 gramos
- Sulfato de Manganeso 2,48 gramos
- Sulfato de Zinc 1,20 gramos
- Ácido Bórico 6,20 gramos
- Molibdato de Amonio 0,02 gramos
- Quelato de Hierro 50 gramos

- **Procedimiento de elaboración de Solución concentrada B**

En un recipiente plástico se miden 2 litros de agua y allí se vierten uno por uno los anteriores elementos, ya pesados, Por último se agrega el Quelato de Hierro. Se disuelve por lo menos 10 minutos más, hasta que no queden residuos sólidos de ninguno de los componentes; y posteriormente se afora a 4 litros de agua y se continua con la agitación por 5 minutos extras. (FAO 2003)

2.2 Evaluación de aspectos técnicos

Esta parte del estudio puede subdividirse a su vez en cuatro etapas o cuatro fases:

2.2.1 Determinación del tamaño óptimo del proyecto

La determinación de un tamaño óptimo es fundamental en esta parte del estudio. Hay que aclarar que tal determinación es difícil, pues las técnicas existentes para su determinación son iterativas y no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo. El tamaño también depende de los turnos trabajados, en vista de que para un cierto equipo instalado, la producción varía directamente de acuerdo con el número de turnos que se trabaje. Aquí es necesario plantear una serie de alternativas cuando no se conoce y domina a la perfección la tecnología que se empleará (Baca 2006).

2.2.2 Determinación de la localización óptima del proyecto

Acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no solo factores cuantitativos, como pueden ser los costos de transportes, de materia prima y el producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros. Recuerde que los análisis deben ser integrantes, pues si se realizan desde un solo punto de vista conducirán a resultados poco satisfactorios (Baca 2006).

2.2.3 Ingeniería del proyecto

Sobre la ingeniería del proyecto se puede decir que, técnicamente, existen diversos procesos productivos opcionales, automatizados y manuales. La elección de alguno de ellos dependerá en gran parte de la disponibilidad de capital. En esta misma parte están englobados otros estudios, como el análisis y la selección de los equipos necesarios, dada la tecnología seleccionada; en seguida, la distribución física de tales equipos en la planta, así como la propuesta de la

distribución general, en la que por fuerza se calculan todas y cada una de las áreas que formarán la empresa. (Baca 2006).

2.2.4 Estudio administrativo

Algunos de los aspectos que no se analizan con profundidad en los estudios de factibilidad son el organizativo, el administrativo y el legal. Esto se debe a que se consideran aspectos importantes y delicados, los cuales merecen ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo. Esto no implica que deba pasarse por alto, sino, simplemente, que debe mencionarse la idea general que se tiene sobre ellos, pues de otra manera se deben hacer una selección adecuada y precisa del personal, elaborar un manual de procedimientos y un desglose de funciones, extraer y analizar los principales artículos de las distintas leyes que sean de importancia para la empresa, y como esto es un trabajo delicado y minucioso, se incluye en la etapa de proyecto definitivo (Baca 2006).

2.3 Estudio Financiero

El objetivo del estudio financiero es el de ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan los estudios o etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera. El estudio financiero inicia con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, con base en los estudios de ingeniería, en vista de que tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida. (Baca 2006).

Cuando se trata de financiamiento es necesario mostrar cómo funciona y como se aplica en el estado de resultados, pues modifica los flujos netos de efectivo. En esta forma se selecciona un plan de financiamiento, el más complicado, y se

muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como en el pago del capital (Baca 2006).

Según Baca (2006), “El Punto de equilibrio no es una técnica de evaluación, debido a las desventajas metodológicas que presenta, si es un punto de referencia importante para una empresa productiva la determinación del nivel de producción en el que los costos totales igualan a los ingresos totales.”

2.3.1 Inversiones y capital de trabajo

La mayoría de las inversiones se realizan antes de iniciar una actividad productiva o bien un proyecto, pero pueden existir inversiones que sea necesario realizar durante la operación, siendo los mismos para el reemplazo de activos, aumentar la capacidad instalada (Sapag y Sapag 2008).

Se deben de considerar distintos criterios del cálculo de la inversión en capital de trabajo.

2.3.2 Inversiones previas a la puesta en marcha

Según Sapag y Sapag (2008), antes de la puesta en marcha del proyecto las inversiones se pueden agrupar en tres tipos:

- a. **Activos fijos:** para efectos contables están sujetos a una depreciación, con respecto a los terrenos no se deprecian y en su mayoría aumentan su valor, o bien su disminución.
- b. **Activos nominales:** se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para poner en marcha un proyecto, considerando las inversiones intangibles susceptibles de amortizar.

Tanto los activos fijos como los activos nominales afectan el flujo de caja directamente, la cual afectará al resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos.

- c. **Capital de trabajo:** constituye el conjunto de recursos necesarios durante el ciclo de vida del proyecto.

La teoría financiera se refiere al capital de trabajo como activos de corto plazo, desde un punto de vista administrativo pero no de la inversión y retorno del mismo, constituyéndose como una inversión a largo plazo, por formar parte de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto.

En proyectos sensibles a cambios por estacionalidad, el capital de trabajo puede presentar disminuciones o aumentos en distintos períodos.

Los métodos para calcular el monto de inversión del capital de trabajo son el capital bruto y capital de trabajo neto, ciclo productivo y déficit acumulado máximo.

- Método de capital de trabajo bruto: cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, el método no considera el financiamiento por medio de pasivos de corto plazo.
- Método del capital de trabajo neto: se basa en cuantificar la inversión en términos menos conservadores que el capital de trabajo bruto, el mismo se efectúa restando al capital de trabajo bruto los recursos obtenidos a través del crédito de proveedores, que permite disponer de materias primas y otros insumos sin desembolsar recursos o préstamos a corto plazo renovables.
- Método del período de recuperación: cuantifica los costos de operación a financiar desde el momento que se efectúa el primer pago, por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (ICT), se determina por la siguiente ecuación:

$$ICT = C_p (C_{dp})$$

En donde:

C_p : Período de recuperación

C_{dp} : Costo diario promedio de operación.

El modelo muestra la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían recibir durante el período de recuperación, por lo que el monto tiende a sobrevalorarse, castigando en exceso el resultado de la evaluación del proyecto.

- método de déficit acumulado máximo: se calcula para cada mes, durante el período de recuperación del proyecto los flujos de ingreso y egreso proyectados, brindando el capital de trabajo a financiar para una operación normal.

2.3.3 Estimación de flujos de efectivo

Según Besley y Brigham (2009), el paso más importante, pero también el más difícil en el análisis de un proyecto de capital es estimar sus flujos de efectivo. Los flujos de efectivo relevantes, incluyen las erogaciones de inversión necesarias para adquirir el proyecto y los flujos de efectivo netos que se espera que el proyecto genere después de ser comprado, los flujos de efectivo relevantes, definidos como el conjunto específico de flujos que se deben de considerar en la decisión de presupuesto del capital, se deben de seguir dos reglas:

- Las decisiones del presupuesto de capital deben sustentarse en los flujos de efectivo después de impuestos, no en el ingreso contable.
- Solo los flujos de efectivo incrementales, es decir los flujos de efectivo que cambian si se compra el proyecto, son relevantes para aceptar o rechazar la decisión.

Flujos de efectivo, incrementales, según Besley y Brigham (2009), representan los cambios en los flujos de efectivo totales de la empresa, que ocurren como resultado directo de comprar el proyecto, los cuales se deben de incluir en la evaluación para presupuestar el capital.

Para la identificación de los flujos de efectivo incrementales asociados a un proyecto, se debe de considerar el tiempo o momento de la vida del proyecto en los cuales incurren. (Besley y Brigham 2009). Se pueden clasificar los flujos de efectivo de tres maneras:

- Inversión inicial: Flujos de efectivo que ocurren solo al comienzo de la vida del proyecto $-FE_0$, se consideran los flujos de efectivo adicionales que ocurren solo al inicio de vida de un proyecto, incluye el precio de compra de un proyecto, costos de instalación y envío.
- Flujos de efectivo operativos incrementales: Flujos de efectivo que continúan durante la vida del proyecto, considerados como los cambios en los flujos de efectivo operativos ocasionados por la compra de un proyecto de capital, los mismos ocurren a lo largo de la vida de un proyecto, continúan afectando los flujos de efectivo de la empresa hasta que se desecha el activo.

Los flujos de efectivo operacionales incrementales “ FE_t operativo incremental” se calculan cada año, con la siguiente ecuación.

$$FE_t = \Delta \text{ Ingresos de efectivo} - \Delta \text{ Gastos en efectivo} - \Delta \text{ Impuestos}$$

La depreciación es un gasto que no es en efectivo. El cambio en el gasto por depreciación debe calcularse debido a que, cuando la depreciación cambia, el ingreso gravable también varía, así como la cantidad de impuestos sobre la renta que se deben pagar; la cantidad de impuestos pagados es un flujo de efectivo.”

- Inversión terminal: Flujos de efectivo que ocurren al final de la vida de un proyecto, considera el valor de rescate de un activo que podría ser positivo, si se vendiera el mismo o bien negativo si es necesario pagar para que sea removido, el impacto fiscal que se supone para desechar el proyecto.

2.3.4 Costo capital promedio ponderado (CCPP)

Según Besley y Brigham (2009), el promedio ponderado de los costos componentes de la deuda, acciones preferentes y capital común. Estructura de capital fijada como meta (optima), combinación (porcentajes) de deudas, acciones preferentes y capital contable común que maximiza el precio de las acciones de la empresa.

Según Moyer et al. (2008), el costo ponderado de capital es un elemento muy importante en el proceso de decisión de los presupuestos de capital. El costo ponderado de capital es la tasa de descuento que se utiliza para calcular el valor presente neto (NPV) de un proyecto con riesgo promedio. Asimismo, el costo ponderado de capital es la tasa de rendimiento que se emplea junto con el método de tasa de rendimiento interna (TIR) para la evaluación de proyectos con riesgo promedio.

2.3.5 Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable -TREMA-

Según Baca 2006. “La Tasa mínima aceptable de rendimiento (TREMA), sin inflación es la tasa de ganancia anual que solicita ganar el inversionista para llevar a cabo la instalación y operación de la empresa. Como no se considera inflación, la TREMA es la tasa de crecimiento real de la empresa por arriba de la inflación, esta tasa también es conocida como premio al riesgo, de forma que su valor debe reflejar el riesgo que corre el inversionista de no obtener las ganancias pronosticadas y que eventualmente vaya a la bancarrota.”

2.4 Evaluación financiera

El análisis de la evaluación financiera es necesario conocer los presupuestos como los flujos de fondo donde se establecen los métodos para demostrar o determinar que la inversión propuesta será económicamente rentable. En el análisis y la evaluación de proyectos se emitirán datos, opiniones, juicios de valor, prioridades, que harán diferir la decisión final para la inversión. (Baca 2006).

Según Baca (2006), la evaluación financiera, aunque es la parte fundamental del estudio financiero, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo con el objetivo general del proyecto. En el ámbito de la inversión privada, el objetivo principal no es necesariamente obtener el mayor rendimiento sobre la inversión. En los tiempos actuales de crisis, el objetivo principal puede ser que la empresa sobreviva, mantener el mismo segmento del mercado, diversificar la producción, aunque no se aumente el rendimiento sobre el capital, entre otros. Por tanto, la realidad económica, política, social y cultural de la entidad donde se piense invertir, marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada, independientemente de la metodología empleada. Los criterios y la evaluación son, por tanto, la parte fundamental de toda evaluación de proyectos.

2.4.1 Valor actual neto (VAN)

Según Moyer et al. (2008), el valor actual neto (VAN), de un proyecto de inversión de capital se define como el valor presente de la serie de flujos de efectivo netos, menos la inversión neta del proyecto. Al método de valor presente neto también se le conoce como técnica de flujo de efectivo descontado (discounted cashflow, DCF). Los flujos de efectivo se descuentan con base en la tasa de rendimiento requerida por la compañía; es decir, su costo de capital. El costo de capital de una compañía se define como la tasa de rendimiento mínima aceptable en proyectos con riesgo promedio.

A continuación se muestra la ecuación del Valor Actual neto como las distintas reglas de decisión:

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)^1} + \frac{FE_2}{(1+r)^2} + \frac{FE_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

FE_t = flujo de efectivo neto esperado en el periodo t

r = tasa de rendimiento esperada

Las reglas de decisión del VAN, son las siguientes:

| Valor | Significado | Regla de decisión |
|-------------------|---|--|
| VAN > 0 | La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r) | El proyecto puede aceptarse |
| VAN < 0 | La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r) | El proyecto debería rechazarse |
| VAN = 0 | La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas | Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería de basarse en otros criterios. |

2.4.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Besley y Brigham (2009), definen la tasa interna de retorno (TIR), como la tasa de descuento que hace que el valor presente de los flujos de efectivo esperados de un proyecto sea igual que el monto inicial invertido. En tanto que la TIR del proyecto, que es su rendimiento esperado, sea mayor que la tasa de rendimiento requerida por la empresa para dicha inversión, el proyecto es aceptable.”

La TIR se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FE_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1 + TIR)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

$$FE_0 + \frac{FE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FE_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1 + TIR)^n}$$

La regla de decisión de la TIR de un proyecto según Baca (2006), es la siguiente:

| Valor | Significado | Regla de decisión |
|-------------------|---|-------------------------|
| TIR > r | Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista realizando la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizar la inversión. | realizar el proyecto |
| TIR < r | Si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse. | no realizar el proyecto |

TIR=r Cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no. el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no

2.4.3 Relación Beneficio-Costo (B/C)

La relación beneficio costos se determina mediante los ingresos y egresos presentes netos obtenidos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada unidad que se sacrifica en el proyecto. La relación beneficio costo considera los ingresos netos donde se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados, los egresos presente netos se considera aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes períodos proyectados del proyecto. La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar en un proyecto (Váquiro 2010).

La fórmula para la relación B/c es la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+r)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+r)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = Egresos ($i = 0, 2, 3, 4 \dots n$)

r = Tasa de descuento

La regla de decisión de la relación B/C de un proyecto es la siguiente:

| Valor | Significado | Regla de decisión |
|------------------|---|------------------------|
| B/C >0 | Índice que por cada unidad de costos se obtiene más de una unidad de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse. | Se acepta el proyecto |
| B/C <0 | Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio. Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse | Se rechaza el proyecto |

2.4.4 Análisis de sensibilidad

Baca (2006) define el análisis de sensibilidad como " El procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (qué tan sensible es) la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto. Los proyectos tienen una gran cantidad de variables, como lo son los costos totales, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, entre otros. El análisis de sensibilidad no está encaminado a modificar cada una de las variables para observar su efecto sobre la TIR. De hecho hay variables que al modificarse

afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato.

2.5 Evaluación ambiental

En relación a la evaluación ambiental, es una herramienta para definir el impacto de cualquier acción humana, y poder comprender los efectos nocivos sobre la población, flora, fauna, suelo, agua, aire, paisaje, y el funcionamiento de los ecosistemas, y poder generar medidas que puedan reducir estos efectos nocivos sin perjudicar el ambiente (Garmendia et al. 2005).

2.5.1 Concepto de ambiente

Según Garmendia et al. (2005), define al ambiente como “El ‘medio ambiente’ consiste en el conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas ofreciéndoles un conjunto de posibilidades para hacer su vida es, en pocas palabras, el entorno vital del hombre en un régimen de armonía, que aúna lo útil y lo grato. En una descomposición factorial analítica comprende una serie de elementos o agentes geológicos, climáticos, químicos, biológicos y sociales que rodean a los seres vivos y actúan sobre ellos para bien o para mal, condicionando su existencia, su identidad, su desarrollo y más de una vez su extinción, desaparición o consunción. El ambiente, por otra parte, es un concepto esencialmente antropocéntrico y relativo. No hay ni puede haber una idea abstracta, intemporal y utópica del medio, fuera del tiempo y del espacio. Es siempre una concepción concreta, perteneciente al hoy y operante aquí.”

2.5.2 Calidad Ambiental

La calidad ambiental, puede tener varios puntos de vista de acuerdo a la disciplina, y dependerá el enfoque que tenga, si es hacia la calidad de agua, de riego, aire que se respira, espacio natural, entre otros. Y se puede definir como las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o

medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas, en un lugar y tiempo determinado. (Garmendia et al. 2005).

Según Garmendia et al. (2005), la calidad ambiental se puede separar en tres diferentes áreas de estudio

- La salud ambiental.
- La salud de las personas.
- La integridad de los ecosistemas.

Por lo tanto se puede establecer que la calidad ambiental se puede definir al mantenimiento de una estructura y una función similar a la que se encuentra en ecosistemas naturales equivalentes. Por lo que entiende como la composición de especies, la diversidad y los ciclos de materia y flujos de energía que se producen, mantengan una estructura equilibrada.

La necesidad de poder conocer los regímenes de la calidad ambiental a nivel mundial, ha permitido la generación de herramientas cualitativas y cuantitativas para su medición, por lo que se ha generado toda una serie de indicadores de parámetros físicos y objetivos, que a su vez se deben fundamentalmente al desarrollo tecnológico aplicado a la medición. La valoración, dentro de unos umbrales marcados por los propios procesos ecológicos, es siempre una decisión subjetiva, puesto que depende de quienes deciden cual es el nivel aceptable del parámetro en cuestión. Un ejemplo es la medición del bióxido de carbono atmosférico, donde cada uno de los países tienen sus normas y parámetros establecidos, puede ser inaceptable por un país y en otros países es aceptable. (Garmendia et al. 2005).

2.5.3 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental, son aquellos procedimientos necesarios, para brindar una valoración de los diferentes impactos ambientales derivados de una intervención humana por las diferentes alternativas de un proyecto a ejecutar. Teniendo como objetivo seleccionar la mejor alternativa (que cause el menor impacto), desde un punto de vista ambiental. La evaluación de impacto ambiental no se trata de dejar de realizar las obras o de rechazarlas, este busca elegir entre una serie de opciones la forma más adecuada de hacerlas, a ser posible mejorando la calidad ambiental del entorno afectado y si esto no es posible, realizándolas de la manera menos impactante. (Garmendia et al. 2005).

Los estudios de impacto ambiental (EIA) son informes, estudios, investigaciones y pruebas que se realizan para determinar si las actividades humanas dirigidas a una transformación del ambiente pueden generar un impacto negativo, positivo o neutro en el área de determinado proyecto. En Guatemala la autoridad encargada de este tema es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y es el ente ante quien se lleva el estudio de impacto ambiental como un procedimiento técnico administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales de un proyecto, con base en el análisis el EIA puede ser aceptado, rechazado o modificado. (Martínez 2007).

El estudio de impacto ambiental es un procedimiento relativamente largo y que requiere que lo realicen personas expertas y acreditadas como evaluadores ante el MARN. Una evaluación ambiental rápida permite tener un primer acercamiento sobre el impacto ambiental que una intervención, en este caso una actividad agrícola tiene, y puede servir de base para tomar correcciones o bien para dar un seguimiento y monitoreo a la actividad (Martínez 2007).

2.5.4 Metodologías de evaluación de impacto ambiental

Para el análisis de evaluación de impacto ambiental se pueden utilizar diferentes metodologías, que van desde lo general hasta metodologías que son específicas, pudiendo extraer de cada una de ellas técnicas, que con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación de impactos de las propuestas de inversión. A continuación se listan algunos métodos de evaluación de impacto ambiental:

2.5.4.1 Métodos de identificación de alternativas

Se basan en:

- El trabajo de los técnicos (de la administración o del promotor): cada alternativa va asociada desde el inicio a un conocimiento del desarrollo de la inversión y una valoración ambiental y económica
- Los basados en la participación pública: se basa en un abanico de posibilidades, el público afectado puede aportar soluciones.

2.5.4.2 Métodos para ponderar factores

Uno de los métodos más utilizados es el método Delphi, el cual es un método de consulta a expertos de uso común en otros campos científicos, y que se utiliza en las evaluaciones de impacto para calibrar las variables que deben usarse para definir un cierto indicador.

2.5.4.3 Métodos para identificar impactos

- **Listas de revisión**

Es un método muy simple. Consiste en tener listas, que pueden ser de las acciones usuales de un tipo determinado de obra, listas de factores ambientales, listas de indicadores o listas de impactos.

- **Diagramas de redes y Método Sorensen**

El científico y ecologista Sorensen, realizó una lista de acciones que se relacionaba mediante diagramas de causa-efecto buscando modificaciones ambientales, y terminando con una descripción de mecanismos de control. Es un método útil para determinar efectos indirectos y para comunicar a la opinión pública. (Garmendia et al. 2005).

- **Matriz de interacción entre factores**

En una matriz se ponen, tanto en filas como en columnas, los factores marcando con un 1 si existe interacción. Este método comienza en ocasiones con una Matriz de Leopold para obtener los impactos primarios, y mediante producto de matrices los impactos indirectos.

2.5.4.4 Métodos de evaluación de impactos

Los métodos de evaluación de impactos sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes.

Uno de estos es la Matriz de Leopold, que se basa en una matriz donde en las columnas hay acciones y en las filas factores ambientales. Los cruces son posibles efectos ambientales o impactos. Las cuadrículas del cruce que presenten impactos significativos se dividen con una diagonal marcando en la parte superior la magnitud del impacto, valorada entre 0 y 10, y en la inferior la importancia, también en una escala de 0 a 10. Sumando por filas se obtiene el impacto producido sobre un determinado factor ambiental, y sumando por columnas el impacto producido por una cierta acción.

3. METODOLOGÍA

La Metodología contiene la explicación en detalle de qué y cómo se hizo para resolver el problema de la investigación relacionado con los huertos familiares hidropónicos en áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1 Definición del problema

Los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, pertenecen a la región Chortí de Guatemala, en donde habitan pueblos indígenas descendientes de la civilización maya establecida en Copán Honduras. Estos municipios se encuentran ubicados dentro de la zona semiárida del país, denominada “corredor seco”, donde las características biofísicas de la región crean condiciones para una agricultura de baja productividad, derivado del clima cálido, baja precipitación pluvial, suelos poco desarrollados y áreas escarpadas con altas pendientes. En esta región, los pequeños y medianos productores tienen una agricultura de subsistencia. Sus principales cultivos son: maíz, frijol y sorgo. Un estudio de ordenamiento territorial determinó que la población complementa sus ingresos con la elaboración de artesanías y el trabajo estacional en plantaciones y fincas cercanas de café, melón y banano.

Los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, cuentan con características biofísicas muy similares, el suelo de estos municipios es utilizado para agricultura limpia, tanto en las áreas con poca pendiente y con pendiente moderada; sin embargo, la clasificación de suelos según la metodología de USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América), los suelos de la región son clasificados como no aptos para cultivos intensivos, por ser suelos pedregosos, con alta pendiente y poco porcentaje de materia orgánica.

Derivado de estos estudios de capacidad de uso de los suelos se ha recomendado, sin éxito, la reforestación por medio de bosques permanentes o cultivos perennes, para evitar el aumento del deterioro de los mismos.

En la región se presenta el problema de la disminución constante de bosques; además, los remanentes boscosos que han quedado en estas áreas siguen en constante degradación, quedando únicamente matorrales en altas pendientes. Los agricultores que tienen terrenos en estas áreas de alta pendiente y realizan cultivos de primera necesidad, no utilizan prácticas de conservación de suelos por lo que en cada invierno sus suelos son empobrecidos en forma acelerada, y las producciones obtenidas, la mayoría de las veces, no alcanza a satisfacer los requerimientos alimenticios de sus familias, dejando de percibir ingresos económicos por la venta de los productos y subproductos agrícolas.

La alternativa de solución al problema de seguridad alimentaria y nutricional y de adaptación al cambio climático en las áreas marginales de los municipios de Camotán y Jocotán es la producción agrícola a través de huertos familiares hidropónicos. La propuesta tiene como meta que los pequeños y medianos agricultores tengan una producción agrícola diversificada para la alimentación de las comunidades y aumentar los ingresos económicos a corto y mediano plazo.

Los huertos familiares hidropónicos, denominados por la FAO, “hidroponía popular”, es un enfoque reciente de producción rural, disponible para pequeños productores, amas de casa y niños de las áreas populares (rurales). La hidroponía popular ha demostrado que se pueden obtener productos agrícolas, principalmente hortalizas de excelente calidad y exclusivos, que sirven para subir la autoestima de los hidrocultores; además, también permite acceder a formas de organización y de gestión (microempresas) que generan procesos culturales de promoción personal y de superación de la pobreza.

La presente investigación se enfoca al análisis de aspectos agronómicos para la implementación de los huertos familiares hidropónicos, como base para el análisis financiero de la inversión necesaria, para la realización de la evaluación de la viabilidad financiera de la mencionada inversión, previo a su implementación en las áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

3.2 Objetivos

Los objetivos son los propósitos o fines de la investigación. En la presente investigación se plantean objetivos generales y específicos.

3.2.1 Objetivo general

Realizar un análisis financiero de la inversión en huertos familiares hidropónicos para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático de la población ubicada en las áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

3.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis de aspectos agronómicos relacionados con el diseño e instalación de huertos familiares hidropónicos para los pequeños y medianos agricultores de la región, como base para construir la dimensión financiera de la propuesta.
2. Realizar la determinación de la inversión inicial, elementos de ingresos y egresos, flujo de caja proyectado y tasa de descuento.
3. Realizar la evaluación financiera a través del análisis de flujos de caja descontados y aplicando las herramientas de evaluación financiera: Valor actual neto, (VAN); Tasa interna de retorno, (TIR); relación Beneficio-Costo (RBC); y, periodo de recuperación de la inversión (PRI).

4. Realizar un análisis de sensibilidad de la inversión a través de escenarios.
5. Realizar el análisis de aspectos generales relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

3.3 Hipótesis

El análisis financiero de la inversión en huertos familiares hidropónicos para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula, permite determinar la viabilidad financiera, a través del análisis financiero de la inversión y, el análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

3.3.1 Especificación de variables

Variable independiente

La implementación de huertos familiares hidropónicos mediante el análisis de financiero de la inversión aplicando las herramientas de evaluación financiera.

Variables dependientes

- Resultados de las herramientas de evaluación financiera: Valor Actual Neto, (VAN), tasa Interna de Retorno, (TIR), relación Beneficio-Costo (RBC), y, periodo de recuperación de la inversión (PRI).
- Resultado del análisis de riesgo de la inversión a través del método de escenarios.
- Resultados del análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental del cultivo a través de huertos familiares hidropónicos.

3.4 Método científico

El método científico constituye la base de la presente investigación sobre huertos familiares hidropónicos en áreas marginales de los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula. El método científico se desarrolló en sus tres fases:

- **Fase indagadora**

En la fase indagadora se efectuó la recolección de datos con el fin de descubrir evidencias haciendo uso de fuentes bibliográficas tales como:

- Libros,
- Tesis,
- Publicaciones científicas,
- Publicaciones en línea,
- Investigaciones de campo (visitas de campo)
- Entrevistas comunitarias, entre otros.

- **Fase demostrativa**

En la fase demostrativa se efectuó la comprobación de las variables expuestas en la hipótesis, sobre la base de la información recopilada y a través de procesos de análisis, síntesis, abstracción, comparación y concordancias.

- **Fase expositiva**

En la fase expositiva los resultados fueron divulgados y expuestos por medio del presente informe de tesis.

3.5 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas de investigación documental y de campo para la presente investigación, se refieren a lo siguiente:

3.5.1 Técnicas de investigación documental (fuente secundaria)

Para la realización de la presente investigación, haciendo uso de técnicas de investigación documental se consultaron:

- Libros y Tesis,
- Publicaciones
- publicaciones en línea,
- Documentos virtuales
- Tesis de maestría

Las principales técnicas de investigación documental aplicadas fueron la lectura analítica, el subrayado de documentos, así las fichas bibliográficas, de contenido, de citas, de resumen, entre otras.

3.5.2 Técnicas de investigación de campo

Las técnicas de investigación de campo sirvieron para recabar información no documentada relacionada con aspectos agronómicos de diseño e instalación de huertos familiares hidropónicos, estudio financiero, proyección y análisis de flujos de efectivo, evaluación financiera, análisis de sensibilidad de la inversión, y análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental de los huertos familiares hidropónicos.

Para el efecto se aplicaron las siguientes técnicas de investigación de campo:

- Observación directa
- Consultas a expertos en la temática agronómica y financiera
- Consultas a campesinos y líderes comunitarios
- Análisis técnico y agronómico de los huertos hidropónicos
- Análisis de gabinete
 - Estudio financiero
 - Proyecciones de flujo de caja
 - Criterios para el descuento de flujos de caja
 - Evaluación financiera
 - Análisis de aspectos relacionados con el impacto ambiental derivados de la implementación de huertos familiares hidropónicos.

3.6 Delimitación del problema

La delimitación del problema, fija la unidad de análisis, el período de investigación y el ámbito geográfico que comprende la investigación.

3.6.1 Punto de vista

Tiene un punto de vista Productivo, Administrativo y Financiero

3.6.2 Unidad de análisis

Pequeños y medianos agricultores con áreas de cultivo marginales de los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula, Guatemala.

3.6.3 Período a investigar

Se realizará una investigación técnica y financiera de la producción de los últimos 3 años en los departamentos de Zacapa, Chiquimula y Suchitepéquez se realizarán proyecciones a cinco años de la implementación de los huertos familiares hidropónicos.

3.6.4 Ámbito geográfico

Los Municipios de Camotán y Jocotán, que se encuentra ubicados en el Oriente de Guatemala; encontrándose dentro de la región Chortí del departamento de Chiquimula.

4. ANÁLISIS DE ASPECTOS AGRONÓMICOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS

El presente capítulo presenta los resultados de la investigación y análisis relacionados con el diseño e instalación de huertos familiares hidropónicos para los pequeños y medianos agricultores de la región Chortí en los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula.

La información que se obtuvo en este capítulo fue esencial, para la realización del estudio financiero de la inversión, considerando los aspectos de diseño y estructura de los huertos hidropónicos, así como la determinación de los insumos necesarios que servirán de base para la determinación de la inversión inicial y los costos de operación.

4.1 Diseño de huertos familiares hidropónicos (HFH)

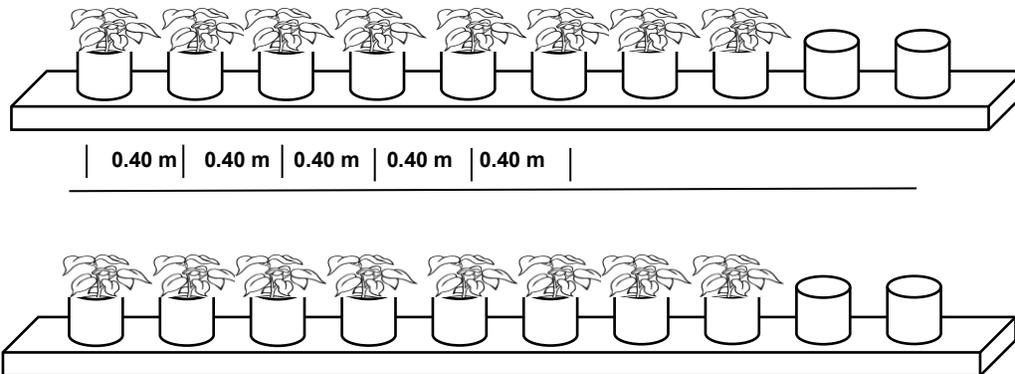
Para el análisis de los huertos familiares, se han tomado en cuenta las experiencias preliminares obtenidas en el establecimiento de huertos familiares en la región, a través del proyecto FODECYT 036-2010 denominado: “Evaluación de la respuesta del cultivo hidropónico de hortalizas a sustratos elaborados con materiales procedentes de las aldeas Brasilar y Shupá del municipio de Camotán, Chiquimula”. En el mencionado proyecto se establecieron las preferencias de producción agrícola y las condiciones necesarias para el cultivo, así como los materiales con los que cuenta la región para la elaboración de los huertos familiares y la estimación de los volúmenes promedio de producción por unidad de área.

4.1.1 Diseño del huerto familiar hidropónico

De acuerdo con el planteamiento de necesidades de los agricultores, se establece un diseño de huertos hidropónicos, con las siguientes características:

- Huerto familiar al aire libre, con pendiente del 5 al 10% como máximo entre los surcos
- Utilización de un embolsado para las plantas, con distanciamiento entre plantas de 0.40 m entre ellas y 0.60 m entre surcos (surcos con longitudes de 20 m., con un ancho del surco de 0.20 m)
- Sistema de riego por goteo por gravedad, con distanciamiento entre gotero de 0.40 m.
- Revestimiento de los surcos con plástico negro, realizando un acanalado para la captación de residuos.
- Utilización de solución nutritiva estándar de la FAO

Figura 1. Distribución de surcos de siembra



Fuente: elaboración propia.

El distanciamiento entre las plantas a utilizar, para la producción del huerto, se proponen las siguientes hortalizas:

- Tomate (crecimiento determinado)
- Chile pimiento (crecimiento determinado)

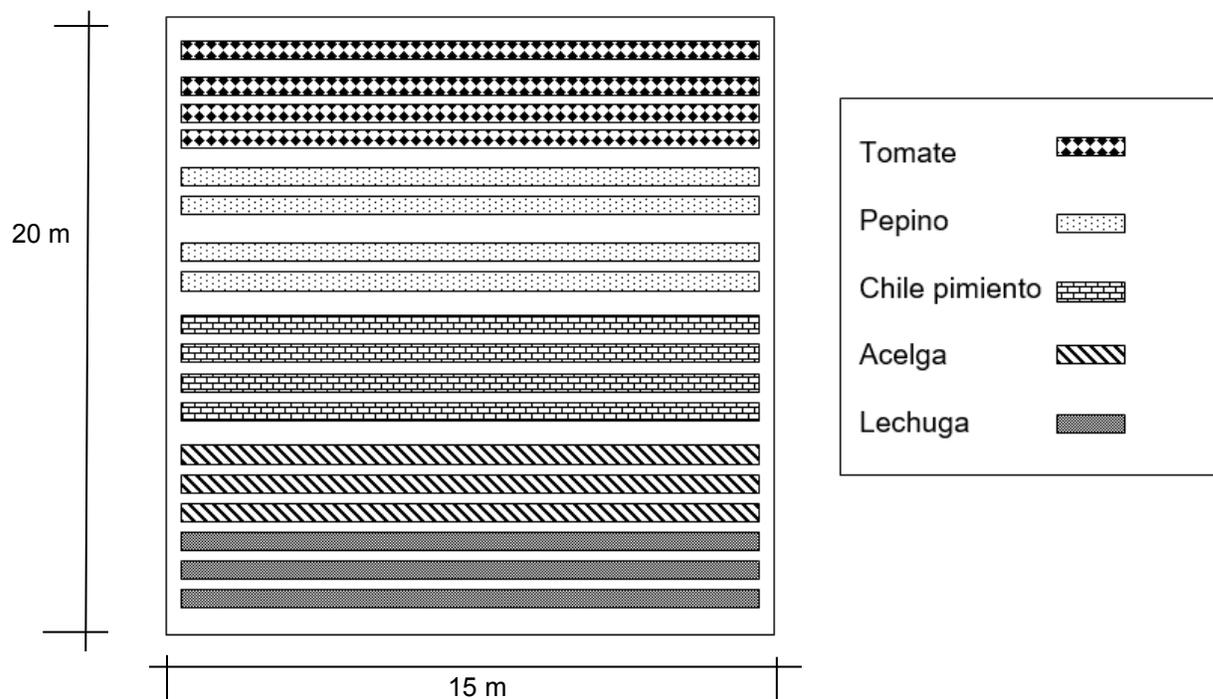
- Lechuga
- Acelga
- Pepino

4.1.2 Tamaño y ubicación de los huertos familiares hidropónicos

Considerando los aspectos del diseño de los huertos familiares y la disponibilidad promedio de los terrenos de los campesinos de las diferentes áreas, se establecen parcelas de 15 m de ancho por 20 m de largo, haciendo un total de 300 m².

- Se establece un ancho de surco de 0.20 m y ancho de calles de 0.6 cm, para un total de 18 surcos.
- El largo de los surcos es de 20 m y el distanciamiento entre planta (centro de la bolsa), es de 0.40 m, siendo un total de 50 plantas por surco.
- El total de plantas de acuerdo a la distribución será la siguiente:
 - Tomate 4 surcos, 1 plantas por bolsa, siendo un total de 200 plantas.
 - Chile pimiento 4 surcos, 1 plantas por bolsa, siendo un total de 200 plantas.
 - Pepino 4 surcos, 1 plantas por bolsa, siendo un total de 200 plantas
 - Lechuga 3 surcos, 1 plantas por bolsa, siendo un total de 150 plantas
 - Acelga 3 surcos, 4 plantas por bolsa, siendo un total de 600 plantas
- Para un total de 1,350 plantas en el HFH, ubicadas de forma continua de acuerdo al tipo de cultivo, con fines de facilitar su posterior manejo.

Figura 2. Esquema de ubicación y distribución de plantas



Fuente: elaboración propia.

4.1.3 Sustrato hidropónico del huerto familiar

Para el sustrato hidropónico, se utiliza arena de río, en vista de que es este un sustrato abundante y de fácil acceso en estas regiones. Este sustrato de arena de río es el que ha presentado los mejores resultados en proyectos similares.

Los recipientes a utilizar son bolsas de polietileno, con dimensiones de 0.20 m de diámetro por 0.3 m de alto, haciendo un volumen de 0.00942 m³ por unidad, utilizando 900 bolsas de sustrato, para un total de 8.478 m³ de arena de río por huerto familiar.

4.1.4 Diseño del sistema de riego

Para el diseño del HFH, se estableció un sistema de riego de goteo por gravedad, con las siguientes características:

- 360 metros de manguera EURODRIP 8mil C/30 Cm. 0.8 LPH 70mts (manguera de plástico, para riego)
- 1 Filtro de anillos $\frac{3}{4}$ de pulgada 120 Mesh (filtro plástico, para riego)
- 18 Conector inicial con goma 17mm para tape (unión manguera, plástico)
- 1 Codo $\frac{3}{4}$ de pulgada x90° PVC
- 1 Válvula de bola $\frac{3}{4}$ de pulgada PVC
- 3 Adaptador hembra $\frac{3}{4}$ de pulgadaPVC
- 1 Adaptador macho $\frac{3}{4}$ de pulgada PVC
- 18 Tapones PVC $\frac{3}{4}$ de pulgada
- 3 Tubos de $\frac{3}{4}$ de pulgada x200x6mts irrigación
- 1 Tonel de policarbonato con tapadera de 200 litros
- 8 blocks de cemento, de 0.20 m*0.20m*0.40m
- Surcos de captura de agua revestidos con plástico, con un ancho de 0.25 m y 20 m de longitud, con una pendiente del 5 al 10 %, sobre el terreno.
- Área de captura de lixiviados (colecta de soluciones excedentes)

Para la implementación de los HFH, es fundamental el manejo desde la siembra hasta la cosecha, tanto en actividades culturales como en monitoreo fitosanitarios.

Para el caso de estos sistemas se considera tomar en cuenta varios aspectos que se describen a continuación.

4.1.5 Habilitado del área

Para la instalación de los huertos familiares hidropónicos se debe habilitar el área en donde se ubicarán, debiendo realizar las siguientes actividades:

- **Desmalezado**

Consiste en la eliminación de todas las malezas, plantas arvenses, con el fin de evitar que estas sean un foco de plagas o enfermedades.

- **Aplanado del terreno**

El aplanado del terreno debe ser lo mejor posible, procurando dejar un desnivel entre el 5% al 10%, para el adecuado funcionamiento del sistema de riego.

- **Zanjas**

Se deben cavar zanjas para la colocación de las bolsas con sustrato, con un ancho de 0.20 m, y un largo de 20 m.

4.1.6 Instalación del Huerto hidropónico Familiar

La instalación del HFH, contempla varias fases.

A. Montaje del diseño del HFH

El montaje del huerto familiar hidropónico, inicia con las siguientes actividades:

- **Revestimiento de surcos:** Se realiza un revestimiento de los surcos con plástico negro, desde el inicio del surco hasta el punto de salida, con un ancho de 0.2 m. procurando que no se rompa el revestimiento, para evitar pérdidas de los lixiviados.

- **Llenado de bolsas:** El llenado se realiza con arena de río, procurando que el sustrato quede compactado para evitar su caída, dejando 2 cm entre el tope de la bolsa y el sustrato (no llenar las bolsas en su totalidad)
- **Colocación de bolsas:** Para la colocación de las bolsas debe usarse pita (rafia), desde el inicio al final del surco, para que sirva como guía, y que las bolsas queden alineadas. Se deja a una distancia de 0.4 m entre bolsa y bolsa (midiendo la distancia desde el centro de una bolsa al centro de la siguiente).

B. Instalación del sistema de Riego

En la instalación del sistema de riego es fundamental revisar que no tenga fugas para evitar la pérdida tanto de agua como de nutrientes. El sistema funciona por gravedad.

- **Colocación de la base del sistema de riego:** La base debe tener de 0.8 m a 1.0 m de alto, para lo cual se utilizan blocks de cemento.
- **Contenedor de agua:** Se utiliza un tonel con capacidad de 200 litros, el mismo deberá de quedar a nivel con la base de block, para evitar el riesgo de caída.
- **Medición para el orificio de salida:** El orificio de salida se perfora en la base del contenedor, con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
- **Colocación de la llave de paso:** Se instala una llave de paso para abrir o cerrar el flujo de agua de acuerdo a los requerimientos del huerto.
- **Instalación de los conectores para la cinta de riego:** Los conectores se colocan al inicio de cada surco en el tubo pvc de $\frac{3}{4}$ de pulgada, alineados con el inicio de cada surco.

- **Distribución de la cinta de riego en los surcos:** Para la distribución de la cinta de riego se tiene que verificar que exista un gotero por arriba de cada bolsa.
- **Sellado de la cinta de riego:** En los extremos se sella con dobleces la manguera para evitar el flujo de agua.
- **Instalación del sistema de recolección:** Al finalizar cada surco se coloca un recipiente de 1 galón, para recolectar los lixiviados excedentes de la aplicación de riego nutritivo. Esto también sirve como drenaje en caso de lluvia.
- **Verificación del sistema:** Se debe realizar una verificación del sistema de riego en la búsqueda de posibles fugas y si existieran se deben sellar; asimismo, se debe de verificar el funcionamiento adecuado de todos los goteros.

C. Siembra y Trasplante

Para la siembra de los diferentes tipos de cultivos se trabajan con pilones, que deben contar con una procedencia fiable de la semilla, por lo que se deben adquirir de una empresa de alto prestigio. En el caso de la acelga, por ejemplo, se compra la semilla y se construye un semillero 3 semanas antes del trasplante. Para la realización del trasplante se deben de considerar los siguientes aspectos:

- **Primer Riego:** el primer riego que se realizara a las bolsas se deberá dejar el sustrato totalmente húmedo, llegando a una saturación del suelo.
- **Desinfección del sustrato:** para la desinfección del sustrato, se deberá de realizar una aplicación de un fungicida de amplio espectro, tanto a las bolsas y sustrato recién regado como a los alrededores, realizándolo un día antes del trasplante

- **Trasplante:** para los trasplantes se deberá de realizar en las primeras horas del día, y tener sumo cuidado para evitar dañar las raicillas.
- **Retrasplante:** Realizar una verificación que todas las bolsas tengan plántulas vivas

4.2 Análisis del manejo cultural de los huertos familiares

Los aspectos del manejo cultural implican todas las actividades de campo y mantenimiento necesarios para obtener una producción óptima, desde la siembra y el trasplante, hasta la cosecha.

4.2.1 Riego

El riego en el huerto hidropónico debe de ser constante, durante todo el ciclo productivo de los cultivos. Se realiza de dos tipos: Riego y fertirriego. En los riegos solamente se utiliza agua, en tanto que en los fertirriegos se le agrega al agua la solución nutritiva A y B. Se intercalan el riego y el fertirriego; sin embargo, el fertirriego se realiza cada dos días, con el fin de evitar la acumulación excesiva de sales, en el sustrato.

Cuadro 6. Distribución de frecuencia de riego y fertirriego

| | Semana 1 | | Semana 2 | | Semana 3 | |
|------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | Riego | Nutrientes | Riego | Nutrientes | Riego | Nutrientes |
| Lunes | | X | X | | X | |
| Martes | X | | X | | | X |
| Miércoles | X | | | X | X | |
| Jueves | | X | X | | X | |
| Viernes | X | | X | | | X |
| Sábado | X | | | X | X | |
| Domingo | | X | X | | X | |

Fuente: Elaboración propia.

Para el riego se aplican 200 litros de agua por día en el primer mes del cultivo. Luego en los siguientes dos meses se debe aplicar 400 litros por día.

Para el caso del fertirriego se utilizan soluciones nutritivas concentradas, tomando como base las formulaciones de la FAO, para cultivos hidropónicos.

- Solución nutritiva A: aplicar 5 cc por litro de agua, y diluirla.
- Solución nutritiva B: aplicar 3 ccc por litro de agua, y diluirla.

Las soluciones nutritivas no deben de mezclarse de forma concentrada, para evitar precipitaciones de los elementos.

4.2.2 Manejo y control de malezas

El control de malezas se debe realizar tanto en las calles, y en las bolsas de forma manual, realizando un control en calles cada 15 días y en las bolsas semanalmente.

4.2.3 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades, se debe considerar la presencia de hongos y de vectores de enfermedades como la mosca blanca, de acuerdo con el programa fitosanitario del proyecto FODECYT 036-2010. (Herrera (2012).

Los diferentes controles de plagas se aplican con bomba de mochila de 16 litros, con un intervalo de 14 días entre cada una, combinando fungicidas con insecticidas. Al terminar, se inicia nuevamente con el mismo producto. En el caso de que la incidencia de las plagas sea alta se deben realizar aplicaciones semanales.

Cuadro 7. Programa de control de plagas y enfermedades

| Programa de control de plagas y enfermedades Área de producción 300m ² | | | |
|--|--|---|--|
| Aplicación | Fungicida | | Insecticida |
| 1 | Iprovolicarb (2 copas por bomba de 4 galones) | + | Imidacloprid (1 copa por bomba de 4 Galones) |
| 2 | Propamocarb+ Fosetil-AI (2 copas por bomba de 4 galones) | + | Tiacloprid+Betacifutrina (1 copa por bomba de 4 Galones) |
| 3 | Oxicloruro cupracalcico (1 copas por bomba de 4 galones) | + | Spiromesifen (1 copa por bomba de 4 Galones) |

Fuente: Herrera (2012).

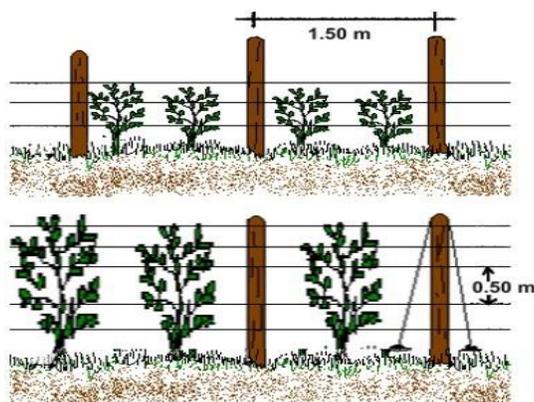
4.2.4 Tutorado

El tutorado, se realiza a los cultivos de tomate, chile pimiento y pepino. Esta práctica sirve para mantener vertical (erguida la planta), y evitar que las hojas toquen el suelo, que puede ser fuente de plagas y enfermedades.

Por lo que es necesario obtener tutores o postes de madera o de bambú de 1.5 m de alto, y los mismos deben de estar distribuidos a 1.5 m de distancia, siendo un total de catorce tutores por surco.

De igual forma se colocan cada 50 cm líneas de hilo plástico, (rafia), para el sostén de los cultivos. Esta actividad se realiza un mes después del trasplante.

Figura 3. Esquema de ubicación y distribución de los tutores



Fuente: elaboración propia.

4.2.5 Podas y manejo de formación de las plantas

El manejo de las plantas consiste en:

- **Deshijado:** Se realiza un mes después del trasplante. Consiste en eliminar los hijos laterales (tallos laterales), en tomate y pepino, para que tenga solamente un eje vertical y se pueda tener un mayor rendimiento en el fruto.
- **Deshojado:** El deshojado se realiza a las plantas de tomate, para bajar un poco el volumen basal, y evitar posibles enfermedades por la humedad que se pueda generar
- **Poda de formación:** La poda de formación se realiza en el chile pimiento, para eliminar el meristemo apical de la planta, para que se ramifique.

4.2.6 Cosecha

La cosecha se realiza de acuerdo a cada cultivo:

- **Tomate y Chile pimiento:** Desde los 2 meses después del trasplante hasta los 4 meses.
- **Pepino:** Desde 1 mes después del trasplante hasta los 4 meses.
- **Lechuga:** Hasta el tercer mes después del trasplante.
- **Acelga:** 2 meses después del trasplante.

De acuerdo con estos datos del ciclo del cultivo, se pueden obtener hasta tres cosechas por año de tomate, chile pimiento, pepino y lechuga. Para el caso de la acelga pueden ser seis ciclos de cultivo durante el año.

4.2.7 Comercialización y autoconsumo

Los diferentes tipos de cultivo considerados para los huertos familiares hidropónicos, son de alto consumo y comercialización en mercados cantonales de la región. De acuerdo con los líderes comunitarios el consumo familiar mensual es el siguiente:

- Tomate: 40 libras mensuales
- Pepino: 60 pepinos mensuales
- Chile pimiento: 20 libras mensuales
- Acelga: 20 manojos mensuales
- Lechuga: 15 lechugas mensuales.

5. ESTUDIO FINANCIERO

El presente capítulo presenta los resultados de la investigación y análisis relacionados con el estudio financiero de la inversión de huertos familiares hidropónicos (HFH), el cual sirve de base para determinar la inversión inicial, elementos de ingresos y egresos, proyección del flujo de caja y la tasa de descuento de los flujos proyectados.

5.1 Inversión inicial necesaria

Considerando los aspectos técnicos obtenidos en el capítulo anterior de los HFH, con 18 surcos y utilizando 6 especies de hortalizas (tomate, lechuga, pepino, chile pimiento y acelga), para un total de 900 bolsas de siembra y 1,350 plantas por 300 m², la inversión inicial se establece sobre la base de los requerimientos mínimos de implementación. Para la cuantificación se tomaron como base los precios de los insumos y materiales necesarios, que prevalecen en el municipio de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula.

Estos insumos y la mano de obra se calcularon con base en el conocimiento y experiencia agronómica y mediante el acceso a investigaciones de rendimientos de huertos hidropónicos. Para el efecto se consideran los rendimientos promedios estableciendo el óptimo rendimiento de la parcela del huerto familiar, de acuerdo con las condiciones climáticas de la región.

Cuadro 8. Inversión Inicial para la producción de un Huerto Familiar Hidropónico

| Inversión inicial, para un área de producción de 300 m ² | | | | | |
|---|----------------|----------|--------------------|-------------|-----------------|
| Concepto | Unidad Medida | Cantidad | Precio Unitario Q. | Subtotal Q. | Total Q. |
| MATERIALES E INSUMOS | | | | | |
| Herramientas | | | | | 2,185.00 |
| Machetes 24" | Unidad | 2 | 45.00 | 90.00 | |
| Limas para machete | Unidad | 4 | 5.00 | 20.00 | |
| Azadones con cabo | Unidad | 2 | 120.00 | 240.00 | |
| Palas con cabo | Unidad | 2 | 85.00 | 170.00 | |
| Carretilla | Unidad | 1 | 600.00 | 600.00 | |
| Navajas (multiherramientas) | Unidad | 2 | 350.00 | 700.00 | |
| Marco para sierra | Unidad | 1 | 45.00 | 45.00 | |
| Sierra para madera y PVC | Unidad | 5 | 8.00 | 40.00 | |
| Cinta métrica (60 pies) | Unidad | 1 | 120.00 | 120.00 | |
| Flexómetro (5 metros) | Unidad | 2 | 35.00 | 70.00 | |
| Probeta plástica (100 ml) | Unidad | 2 | 45.00 | 90.00 | |
| Insumos | | | | | 4,852.00 |
| Arena de río | m ³ | 9 | 110.00 | 990.00 | |
| Bolsas Plásticas para almacigo (0.20*0.30*.02) | Millar | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Plástico negro para revestimiento | Metro lineal | 40 | 3.00 | 120.00 | |
| Tonel de 200 litros con tapadera | Unidad | 2 | 200.00 | 400.00 | |
| Filtro de anillos 3/4" 120 Mesh | Unidad | 2 | 180.00 | 360.00 | |
| Conectores iniciales | Unidad | 36 | 3.50 | 126.00 | |
| 360 metros de manguera 0.8 LPH 70mts | Metros | 400 | 4.00 | 1,600.00 | |
| Codo 3/4" 90° PVC | Unidad | 2 | 4.00 | 8.00 | |
| Válvula de bola 3/4" PVC | Unidad | 1 | 50.00 | 50.00 | |
| Adaptadores hembra 3/4" PVC | Unidad | 6 | 4.00 | 24.00 | |
| Adaptador macho 3/4" PVC | Unidad | 2 | 6.00 | 12.00 | |
| Tapones 3/4" PVC | Unidad | 2 | 6.00 | 12.00 | |
| Block de cemento y arena pómez | Unidad | 10 | 3.00 | 30.00 | |

| Inversión inicial, para un área de producción de 300 m² | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|-----------------|
| Concepto | Unidad Medida | Cantidad | Precio Unitario Q. | Subtotal Q. | Total Q. |
| Botes de lixiviados de 5 galones | Unidad | 20 | 10.00 | 200.00 | |
| teflón de 1" | Unidad | 2 | 10.00 | 20.00 | |
| pegamento pvc | Litro | 0.25 | 100.00 | 25.00 | |
| sicaflex | Unidad | 1 | 85.00 | 85.00 | |
| Bomba de mochila | Unidad | 1 | 650.00 | 650.00 | |
| Pilones | | | | | 975.00 |
| Tomate | Unidad | 225 | 1.75 | 393.75 | |
| Chile pimiento | Unidad | 225 | 1.50 | 337.50 | |
| pepino | Unidad | 175 | 0.50 | 87.50 | |
| Lechuga | Unidad | 175 | 0.75 | 131.25 | |
| Semilla de acelga | Onza | 5 | 5.00 | 25.00 | |
| Soluciones nutritivas (fertilizantes) | | | | | 1,310.00 |
| Solución nutritiva A | Galón | 16 | 60.00 | 960.00 | |
| Solución nutritiva B | Galón | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Pesticidas (ingredientes activos) | | | | | 647.38 |
| Iprovalicarb | Litro | 0.5 | 275.00 | 137.50 | |
| Propamocarb | Litro | 0.50 | 284.00 | 142.00 | |
| oxicloruro cupracalcico | Kilo | 1 | 135.00 | 135.00 | |
| Imidacloprid | Litro | 0.25 | 297.50 | 74.38 | |
| Tiacloprid | Litro | 0.5 | 168.50 | 84.25 | |
| Spiromesifen | Litro | 0.25 | 297.00 | 74.25 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| Habilitación del área | | | | | 750.00 |
| Desmalezado | Jornales | 2 | 75.00 | 150.00 | |
| Aplanado | Jornales | 4 | 75.00 | 300.00 | |
| Zanjeo | Jornales | 4 | 75.00 | 300.00 | |
| Instalación del HFH | | | | | 675.00 |
| Revestimiento de surcos | Jornales | 2 | 75.00 | 150.00 | |
| Llenado de bolsas | unidad | 900 | 0.25 | 225.00 | |
| Colocación de Bolsas | Jornales | 2 | 75.00 | 150.00 | |
| Instalación del sistema de riego | Jornales | 2 | 75.00 | 150.00 | |

| Inversión inicial, para un área de producción de 300 m² | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Concepto | Unidad Medida | Cantidad | Precio Unitario Q. | Subtotal Q. | Total Q. |
| Siembra y trasplante | Jornales | 2 | 4.00 | 8.00 | |
| SERVICIOS PROFESIONALES | | | | | 1,000.00 |
| Capacitación técnica | Taller | 2 | 500.00 | 1,000.00 | |
| Total de costos iniciales de inversión | | | | | 12,394.38 |

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de esta parte de la inversión inicial establecieron los gastos necesarios para la compra de los pilones, capacitación técnica y la mano de obra para el establecimiento y habilitación del área; así como también la compra de herramientas de labranza y soluciones nutritivas para el sistema de fertirriego. El total de costos iniciales de inversión es de Q 12,394.38. Adicionalmente, se requiere incluir en la inversión inicial el capital de trabajo para el primer año que corresponde a los costos de producción por valor de Q 13,417.37 y costos administrativos de Q 8,800.00, que se detallan en los siguientes incisos. La integración de la inversión inicial total, es la siguiente:

| | |
|--|------------------|
| Inversión en materiales, insumos y mano de obra | 12,394.38 |
| Inversión en costos de producción para el primer año | 13,417.37 |
| Inversión en costos administrativos | 8,800.00 |
| Inversión inicial total | 34,611.75 |

5.2 Costos de producción

Los costos de producción estimados para el año 1, incluyen las actividades necesarias para la obtención de una producción óptima, iniciando con los manejos agrícolas hasta la obtención de las cosechas.

Cuadro 9. Costos de producción anual de producción en huertos familiares hidropónicos

| Costos de producción Área de 300 m² | Q. |
|---|------------------|
| Mano de obra | 7,275.00 |
| Limpieza y habilitación de área | 900.00 |
| Manejo de malezas | 675.00 |
| Riego | 1,800.00 |
| Fertirriego | 1,200.00 |
| Control de plagas y enfermedades | 900.00 |
| Mantenimiento del sistema de riego | 900.00 |
| Cosecha | 900.00 |
| Insumos | 6,267.37 |
| Pilones | 1,900.00 |
| Semilla | 125.00 |
| Soluciones nutritivas | 2,620.00 |
| Pesticidas | 897.37 |
| Sustrato, arena | 600.00 |
| agua para riego | 125.00 |
| Total gastos de producción | 13,417.37 |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

Los costos de producción de Q 13,417.37 anuales, incluyen gastos de mano de obra por valor de Q. 7,275.00 para la remuneración de las labores agrícolas, y el costo de los insumos para la preparación y cuidado del huerto familiar. El detalle de los gastos mensuales se encuentra contenido en anexos. Las labores de limpieza consisten en la eliminación de plantas que estén fuera de lugar, también llamadas plantas arvenses, para evitar la competencia por nutrientes; siendo este el gasto y una actividad importante para el éxito del huerto familiar.

La primera cosecha está prevista entre el segundo y cuarto mes, de acuerdo a los ciclos de producción de cada especie, considerando tres ciclos de producción al año.

5.3 Gastos administrativos

Los gastos de administración corresponden a los gastos establecidos por las actividades de supervisión para la evaluación del crecimiento y desarrollo adecuados, así como también la evaluación del rendimiento productivo.

Cuadro 10. Gastos de administración en la producción de Huertos Familiares hidropónicos

| Gastos administrativos por parcela de 300 m² | Anual Q. |
|--|---------------------|
| Supervisión de crecimiento y desarrollo | 3,600.00 |
| Monitoreo de plagas | 1,800.00 |
| Alquiler de terreno | 2,400.00 |
| Capacitación técnica | 1,000.00 |
| Total Gastos Administrativos | 8,800.00 |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

Las actividades de monitoreo se enfocan a prevenir y evitar el desarrollo de plagas, enfermedades y a asegurar el tiempo exacto de las cosechas para la obtención de productos de calidad. Aunque puede ser que los agricultores utilicen sus propios terrenos, para efectos de la proyección se contemplan casos en los que sea necesario el alquiler de terreno, con el fin de evaluar integralmente la productividad del proyecto. En total se prevén Q 8,800.00 por concepto de gastos administrativos para el primer año de producción.

Es importante destacar que los cultivos hidropónicos son poco exigentes en labores de mantenimiento; sin embargo, es alto el nivel de requerimiento de prácticas culturales, así como también el monitoreo y riego constante; no obstante,

se estima que los costos de producción y administración pueden disminuir conforme se adquiera mayor experiencia.

5.4 Producción de huertos familiares hidropónicos

En los HFH se tienen establecidos cinco especies vegetales de hortalizas, que tienen, diferentes etapas fenológicas. Con base en la información recopilada en el trabajo de campo se prevé que las plantas empiezan a producir desde el segundo mes hasta el cuarto, de acuerdo al tipo de hortaliza.

Cuadro 11. Estimación de producción del establecimiento de huertos familiares hidropónicos

| Producción anual por 300 m ² | | | | | |
|---|---------------------------------|------------|------------------------|------------|----------------|
| Concepto | Producción por unidad de medida | | Cantidad de producción | | Ciclos anuales |
| | Ingresos por venta | lb/ha | Unidades/ha | lb/parcela | |
| Tomate | | 79,345.54 | | 528.97 | 3 |
| Chile pimiento | | 48,880.06 | 244,500.00 | 325.87 | 1,630 |
| Pepino | | 171,459.45 | 342,919.00 | 1,143.06 | 2,286 |
| Lechuga | | 26,027.48 | 35,000.00 | 130.14 | 175 |
| Acelga | | 25,250.45 | 95,000.00 | 126.25 | 475 |

El área de cultivo para tomate, chile pimiento y pepino es de 0.22 % de la parcela
El área de cultivo para lechuga y Acelga es de 0.17 % de la parcela

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

La acelga tiene previsto cosechas cada dos meses (seis ciclos anuales), en tanto que el resto de hortalizas, tomate, chile pimiento, pepino y lechuga tienen cosechas cada cuatro meses (tres ciclos anuales).

La estimación de la producción se basa en promedios por hectárea (ha), de sistemas hidropónicos al aire libre, lo cual a su vez, sirve de base para la

proyección de ingresos, tomando en cuenta la cantidad de ciclos productivos por año, de acuerdo al ciclo de cultivo de cada hortaliza. A continuación se presenta la estimación de ingresos anuales.

Cuadro 12. Estimación de los ingresos anuales de producción de huertos familiares hidropónicos

| Ingresos anuales por 300 m² | | | |
|---|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Concepto | Producción anual | Precio Unitario | Total ciclo |
| Ingresos por venta | Unidad o libra | Q. | Q. |
| Tomate | 1,587 | 5.00 | 7,934.55 |
| Chile pimiento | 4,890 | 2.25 | 11,002.50 |
| Pepino | 6,858 | 1.50 | 10,287.57 |
| Lechuga | 525 | 5.00 | 26,25.00 |
| Acelga | 2,850 | 3.00 | 8,550.00 |
| Total | | | 40,399.62 |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

Como se muestra en el cuadro 12, los ingresos proyectados ascienden a un total de Q40,399.62 para el primer año, en una parcela de 300 metros cuadrados, bajo un sistema de huerto hidropónico.

5.5 Costo del capital promedio ponderado (CCPP)

El criterio para el descuento de los flujos que sirve de base para la evaluación de la viabilidad financiera de la inversión, es el costo de capital promedio ponderado, derivado que es un proyecto con enfoque social y se tiene un financiamiento externo para la inversión inicial. Para el efecto se tiene previsto una combinación de financiamiento propio y ajeno. El 57% es financiado con capital propio y el

restante 43% mediante financiamiento externo, por medio de un préstamo bancario.

Cuadro 13. Estimación del Costo del capital promedio ponderado

| Fuente de financiamiento | Estructura del capital | % de capital | Tasa de costo | CCPP |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| Capital propio | 19,611.75 | 57% | 18% | 10.26% |
| Financiamiento Externo | 15,000.00 | 43% | 12% | 5.20% |
| Total | 34,611.75 | 100% | | 15.40% |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

Para el capital propio se tiene considerada una tasa de rendimiento conservadora del 18% para los agricultores, en tanto que el financiamiento bancario de Q15,000.00 considera una tasa de interés anual del 12%. El rendimiento esperado para los agricultores sirve para cubrir los costos de operación anual y para la obtención de los medios para su subsistencia y el mejoramiento de su situación económica.

El costo de capital promedio ponderado para el proyecto del 15.40%, expresa la relación entre la estructura de capital y las tasas de costo de capital propio y el financiamiento bancario.

5.6 Amortización del financiamiento externo

Para la obtención del financiamiento externo, para contribuir con la inversión inicial y las actividades productivas de la implementación de HFH, se tiene previsto la contratación de préstamo con una entidad bancaria a una tasa del 12% de interés anual y un plazo de 60 meses (5 años). La cuota nivelada anual es de Q 4,004.00,

que equivale a 12 pagos mensuales de Q333.67. La amortización del préstamo se presenta a continuación.

Cuadro 14. Resumen anual de la amortización del financiamiento externo

| Año | Cuota nivelada Q. | Intereses 12% | Amortización a capital Q. | Saldo Q. |
|------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| 0 | | | | 15,000.00 |
| 1 | 4,004.00 | 1,674.65 | 2,329.35 | 12,670.65 |
| 2 | 4,004.00 | 1,379.23 | 2,624.77 | 10,045.87 |
| 3 | 4,004.00 | 1,046.34 | 2,957.66 | 7,088.21 |
| 4 | 4,004.00 | 671.23 | 3,332.77 | 3,755.44 |
| 5 | 4,004.00 | 248.56 | 3,755.44 | 0.00 |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

En el anexo 1, se presenta el desglose de las mensualidades, de las cuotas niveladas, intereses y amortización al capital, para los 5 años (60 meses), del préstamo.

5.7 Flujo proyectado de fondos para la producción agrícola de huertos familiares hidropónicos

El flujo de fondos proyectado a cinco años presenta la integración de ingresos y egresos estimados para el primer año y las proyecciones para los siguientes cuatro años.

Como ya se mencionó, la inversión inicial y de capital de trabajo, se obtiene de la combinación de financiamiento externo mediante un préstamo bancario de Q15,000.00 al 12% de intereses anual, y una aportación de capital propio de Q19,611.75, que hacen un total de Q34,611.75; sin embargo, con base en el criterio del flujo de caja del inversionista, en el flujo neto de fondos se deduce de la inversión inicial el monto del préstamo, aunque el pago de intereses y la

amortización del préstamo se incluyen en los flujos de egresos de los cinco años del proyecto.

Cuadro 15. Flujo de fondos proyectado para la inversión en huertos familiares hidropónicos

| Flujo de fondos anual proyectado | | | | | | |
|---|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Área de producción 300 m² | | | | | | |
| Montos en Q | | | | | | |
| Descripción | AÑOS | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos | | | | | | |
| Ingresos por ventas | | 40,400 | 42,420 | 44,541 | 46,768 | 49,106 |
| Total ingresos | | 40,400 | 42,420 | 44,541 | 46,768 | 49,106 |
| Costos | | | | | | |
| Costo de producción | | 13,417 | 14,088 | 14,793 | 15,532 | 16,309 |
| Costos administrativos | | 8,800 | 9,240 | 9,702 | 10,187 | 10,696 |
| Intereses préstamo | | 1,675 | 1,379 | 1,046 | 671 | 249 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | | 688 | 688 | 688 | 688 | 688 |
| Utilidad antes de impuesto | | 15,819 | 17,024 | 18,311 | 19,689 | 21,164 |
| Impuesto (5%) | | 2,020 | 2,121 | 2,227 | 2,338 | 2,455 |
| Utilidad neta | | 13,799 | 14,903 | 16,084 | 17,350 | 18,708 |
| Depreciaciones (+) | | 688 | 688 | 688 | 688 | 688 |
| Inversión de capital de trabajo | (22,217) | | | | | |
| Inversión inicial | (12,394) | | | | | |
| Préstamo | 15,000 | | | | | |
| Amortización del préstamo (-) | | (2,329) | (2,625) | (2,958) | (3,333) | (3,755) |
| Flujo neto de caja | (19,612) | 12,158 | 12,966 | 13,815 | 14,706 | 15,641 |

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la investigación realizada.

Los gastos de producción estimados para el sistema hidropónico familiar son relativamente bajos, comparado con otro tipo de cultivos, en vista de que en el cultivo de hortalizas, los ciclos fenológicos son rápidos, y las fertilizaciones y riegos son realizadas por los mismos agricultores. En el anexo 2 se presenta el

desglose del flujo de caja de cada uno de los doce meses de la proyección anual, para una mejor apreciación de la forma en que se obtienen los ingresos y se incurre en los costos mensuales.

Conservadoramente, a partir del segundo año de la proyección se consideran incrementos anuales de entre 3% y 5% en ingresos y costos, de acuerdo al comportamiento que han observado los expertos de campo, en las áreas de Camotán y Jocotán, Chiquimula.

El capital necesario para suplir los gastos de producción para el primer año asciende a Q 22,217.37, lo cual será cubierto completamente por la inversión inicial. Q 13,417.37 corresponden a costos de producción y Q 8,800.00 corresponden a gastos administrativos.

6. EVALUACIÓN FINANCIERA

El presente capítulo presenta los resultados de la investigación y análisis relacionados con la evaluación financiera a través del análisis de flujos de caja descontados y la aplicación de herramientas de evaluación financiera: Valor actual neto, (VAN); Tasa interna de retorno, (TIR); relación Beneficio-Costo (RBC); y, periodo de recuperación de la inversión (PRI). El capítulo incluye también el análisis de riesgo de la inversión a través del método de escenarios, y el análisis de aspectos generales relacionados con el impacto ambiental del cultivo en huertos familiares hidropónicos.

6.1 Flujos de caja descontado

La base para la evaluación financiera de la inversión, lo constituye el flujo de caja descontado, de la proyección a cinco años.

6.1.1 Factor de descuento

El factor de descuento de los flujos se obtuvo de la tasa de costo de capital promedio ponderado (15.40%) para cada uno de los cinco años.

Cuadro 16. Factor de descuento anual

| Año | Factor |
|-----|-----------|
| 0 | 1.0000000 |
| 1 | 0.8665511 |
| 2 | 0.7509109 |
| 3 | 0.6507026 |
| 4 | 0.5638671 |
| 5 | 0.4886197 |

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula para obtener el factor de descuento es la siguiente:

Primer año de la proyección: $(1 + 15.40\%)^{-1} = 0.8665511$

Para los siguientes años se aplica la misma fórmula y se eleva a la potencia negativa del año respectivo, 2, 3, 4, y 5, respectivamente.

6.1.2 Flujo de fondos descontados

A continuación se muestra del flujo de caja descontado, de acuerdo al factor de descuento aplicado a cada año proyectado de flujos de fondos.

Cuadro 17. Flujo de caja descontado proyectado a cinco años, para la producción de huertos familiares hidropónicos

| Flujo de fondos anual descontado Área de producción 300 m ² Montos en Q | | | | | | |
|--|----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Descripción | AÑOS | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos | | | | | | |
| Ingresos por ventas | | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 |
| Total ingresos | | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 |
| Costos | | | | | | |
| Costo de Producción | | 11,647 | 10,616 | 9,676 | 8,819 | 8,038 |
| Costo administrativos | | 7,639 | 6,963 | 6,346 | 5,784 | 5,272 |
| Intereses préstamo | | 1,454 | 1,039 | 684 | 381 | 123 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Utilidad antes de impuesto | | 13,732 | 12,828 | 11,977 | 11,179 | 10,431 |
| Impuesto (5%) | | 1,753 | 1,598 | 1,457 | 1,328 | 1,210 |
| Utilidad neta | | 11,978 | 11,230 | 10,521 | 9,851 | 9,221 |
| Depreciaciones (+) | | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Inversión de capital de trabajo | (22,217) | | | | | |
| Inversión inicial | (12,394) | | | | | |
| Préstamo (+) | 15,000 | | | | | |
| Amortización del préstamo (-) | | (2,022) | (1,978) | (1,935) | (1,892) | (1,851) |
| Flujo neto de caja | | (19,612) | 10,554 | 9,770 | 8,350 | 7,709 |

Fuente: Elaboración propia.

El año cero de inversión inicial tiene factor de descuento igual a 1, por lo que no modifica o descuenta los valores. El flujo neto de caja refleja resultados positivos en cada uno de los años proyectados, lo que significa que el retorno de la inversión es positivo, es decir que el flujo descontado de ingresos es suficiente para cubrir los costos de operación y la amortización del préstamo.

6.2 Evaluación Financiera

Para la realización de la evaluación financiera, se aplicaron las herramientas de análisis financiero Valor actual neto, (VAN); Tasa interna de retorno, (TIR); relación Beneficio-Costo (RBC); y, periodo de recuperación de la inversión (PRI). A continuación se presenta un resumen de los flujos descontados y los resultados de la evaluación financiera.

Cuadro 18. Resumen del flujo de caja descontado y herramientas de evaluación financiera

| Flujo de fondos anual descontado | | | | | | | |
|---|-------------|---------------|----------|----------|----------|--------------|----------|
| Área de producción 300 m² | | | | | | | |
| Montos en Q | | | | | | | |
| Descripción | AÑOS | | | | | TOTAL | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| Ingresos descontados | | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 | 146,925 |
| Egresos descontados | (19,612) | 24,515 | 22,194 | 20,098 | 18,204 | 16,494 | 81,893 |
| Flujo neto | (19,612) | 10,554 | 9,770 | 9,036 | 8,350 | 7,709 | |
| CCPP | | 16.53% | | | | | |
| VAN | | 25,808 | | | | | |
| TIR | | 60.58% | | | | | |
| B/C | | 1.218 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de cada herramienta de evaluación financiera se analiza a continuación.

6.2.1 Valor actual neto (VAN)

El resultado del valor actual neto es positivo en Q 25,808, lo cual determina que de mantenerse los precios y costos previstos en la proyección realizada, la inversión es financieramente viable.

Cuadro 19. Valor Actual neto de la propuesta de inversión de HFH

| Valor Actual Neto –VAN– Área de producción 300 m² Montos en Q | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Año | Ingresos Descontados | Egresos Descontados | Valor Actual neto |
| 0 | | | (19,612) |
| 1 | 35,069 | 24,515 | 10,554 |
| 2 | 31,964 | 22,194 | 9,770 |
| 3 | 29,134 | 20,098 | 9,036 |
| 4 | 26,554 | 18,204 | 8,350 |
| 5 | 24,203 | 16,494 | 7,709 |
| TOTAL | 146,925 | 101,505 | 25,808 |

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre ingresos y egresos descontados es de Q 45,419.91, lo cual al disminuirle la inversión inicial de Q 19,611.75, da un valor actual neto de Q25,808.16, que demuestra la viabilidad financiera de la inversión.

6.2.2 Tasa Interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno convierte e iguala el valor presente de los flujos proyectados de efectivo con la inversión inicial. En este caso, la TIR es de 60.58%.

Para que el resultado sea aceptable se requiere que el rendimiento esperado según la TIR sea mayor a la tasa de rendimiento prevista. A continuación se presenta el cálculo a detalle de la TIR.

Cuadro 20. Tasa interna de retorno (TIR) de la inversión de huertos familiares hidropónicos

| TASA INTERNA DE RETORNO | | | | 60.58% | |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|
| Montos expresados en Q. | | | | | |
| Año | Ingresos | Egresos | Flujo neto | Factor de descuento | Flujo neto descontado |
| 0 | | | | | (19,612) |
| 1 | 40,400 | 28,241 | 12,158 | 0.622725 | 7,571 |
| 2 | 42,420 | 29,453 | 12,966 | 0.387787 | 5,028 |
| 3 | 44,541 | 30,726 | 13,815 | 0.241485 | 3,336 |
| 4 | 46,768 | 32,062 | 14,706 | 0.150379 | 2,211 |
| 5 | 49,106 | 33,465 | 15,641 | 0.093644 | 1,465 |
| TOTAL | 223,233 | 153,947 | 69,287 | | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

El flujo neto de ingresos descontado a una tasa de 60.58% es de Q 19,611.75, lo cual equivale al valor de la inversión inicial. El resultado de la TIR de 60.58% es aceptable, en vista de que es mayor a la tasa de costo de capital promedio ponderada (CCPP), estimada para el proyecto, que es de 15.40%.

6.2.3 Relación beneficio costo B/C

Para el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) se utilizan ingresos y egresos descontados, para que en el análisis se aplique el principio del valor del dinero en el tiempo, al igual que en el valor actual neto (VAN).

Cuadro 21. Relación beneficio costo (B/C) de la inversión de huertos familiares hidropónicos

| Relación Beneficio/Costo | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Área de producción 300 m² | | | |
| Montos en Q | | | |
| Año | Ingresos descontados | Egresos descontados | B/C = |
| 0 | | 19,612 | |
| 1 | 35,069 | 24,515 | |
| 2 | 31,964 | 22,194 | |
| 3 | 29,134 | 20,098 | |
| 4 | 26,554 | 18,204 | |
| 5 | 24,203 | 16,494 | |
| TOTAL | 146,925 | 121,116 | 1.2131 |

Fuente: Elaboración propia.

Los ingresos descontados del año 1 al 5 son de Q 146,925.00, los cuales se dividen entre los egresos descontados. En los egresos descontados se incluye la inversión inicial del año 0. El resultado obtenido es de 1.2131, lo cual nuevamente demuestra la viabilidad financiera de la inversión en HFH.

6.2.4 Período de recuperación de la inversión (PRI)

El cálculo del período de recuperación de la inversión se basa en los flujos netos descontados acumulados, para determinar el momento en el que dichos flujos permiten la recuperación de la inversión inicial.

Cuadro 22. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), de la propuesta de inversión de huertos familiares hidropónicos

| Periodo de recuperación –PRI- Área de producción 300 m ² Montos en Q | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|------|--------------------|-------|------|
| Año | Flujo neto descontado | Flujo de Caja Acumulado | AÑOS | FRACCIÓN DE AÑO | MESES | DÍAS |
| 0 | | (19,612) | | | | |
| 1 | 10,554 | (9,058) | 1 | | | |
| 2 | 9,770 | 713 | | 0.93 | 11.12 | 4 |
| 3 | 9,036 | 9,749 | | | | |
| 4 | 8,350 | 18,099 | | | | |
| 5 | 7,709 | 25,808 | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del análisis del período de recuperación de la inversión, determina que la mencionada recuperación se logra en 1 año 11 meses y 4 días, lo cual se considera aceptable, en vista de que se recupera dentro del tiempo de vida estimado para el proyecto y de que la recuperación es bastante rápida.

6.3 Análisis financiero de la inversión

La evaluación financiera permitió determinar la viabilidad financiera de la inversión en huertos familiares hidropónicos, para apoyar la seguridad alimentaria y nutricional y la adaptación al cambio climático en los municipios de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula.

El VAN es positivo en Q 25,808.16; la TIR es de 60.58% y la relación beneficio costo es de 1.21. Estos tres indicadores reflejan que la inversión es rentable, siempre y cuando se mantengan los niveles de producción estimados para una parcela de 300 m², la demanda prevista, y que las condiciones bioclimáticas de la región permanezcan estables.

Cuadro 22. Resumen de los indicadores financieros

| INDICADORES FINANCIEROS | |
|---|--------------------|
| Área de producción 300 m² | |
| CCPP | 15.40% |
| Valor actual neto (VAN) | Q 25,808.16 |
| Tasa interna de retorno (TIR) | 60.58% |
| Relación beneficio / costo (B/C) | 1.21 |

Fuente: Elaboración propia.

La estabilidad de la demanda de la producción agrícola de hortalizas en el área de estudio, ha funcionado normalmente, a través de intermediarios, quienes llevan el producto hacia el mercado mayorista.

Todos los indicadores financieros, son aceptables según las reglas de toma de decisiones, por lo que se ve la viabilidad financiera de invertir en el sistema de producción de huertos familiares. Donde el mismo fomentaría la opción de ingresos adicionales al núcleo familiar, y a su vez que tengan la iniciativa de formar microempresas que fomentaría el desarrollo económico de la región.

Para el área de Camotán y Jocotán del departamento de Chiquimula Guatemala, ha sido un problema constante la adaptación de cultivos a las condiciones de suelos pobres, pendientes altas y la dificultad de realizar con éxito la siembra de cultivos agrícolas. La propuesta alternativa de producción de tomate, chile pimiento, pepino, lechuga y acelga a través de huertos familiares hidropónicos es una alternativa atractiva para los agricultores de la región, pero se necesita de la evaluación financiera para apoyar la viabilidad del proyecto. Adicionalmente se espera que con el uso de las técnicas hidropónicas se obtenga el beneficio de protección de los suelos, reducción en la erosión eólica e hídrica, y la recuperación en fertilidad de los mismos.

6.4 Análisis de sensibilidad de VAN y TIR

El análisis de sensibilidad del VAN y la TIR, plantea tres escenarios:

1. El primer escenario corresponde a la disminución en el precio de venta de los productos hortícolas.
2. El segundo escenario prevé una reducción en el nivel de producción, debido a factores bioclimáticos
3. En el tercer escenario consiste en un aumento en los costos de producción.

6.4.1 Escenario: Disminución del precio de venta

El primer escenario considera el aumento de la oferta de los productos agrícolas, provocado por el incremento de agricultores quieran optar por el sistema de HFH, y que no tengan canales de comercialización definidos, por lo que podrían saturar la oferta del mercado local, y como consecuencia disminuiría el precio.

Cuadro 23. Variación de precios de productos

| Concepto | Precio de venta Área de producción 300 m ² | | | |
|----------------|--|---------------------|------------|-----|
| | 100% | Precio Unitario 77% | Diferencia | % |
| | | Q. | Q. | |
| Tomate | 5.00 | 4.10 | 0.90 | 18% |
| Chile pimiento | 2.25 | 1.85 | 0.41 | 18% |
| Pepino | 1.50 | 1.23 | 0.27 | 18% |
| Lechuga | 5.00 | 4.10 | 0.90 | 18% |
| Acelga | 3.00 | 2.46 | 0.54 | 18% |

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la VAN y la TIR, no soportarían por debajo del 18% de disminución del precio de los diferentes productos agrícolas, obteniendo una VAN negativa y una TIR por debajo del CCPP.

En este caso, el proyecto podría soportar una reducción de hasta 18% en el precio de los productos. El pepino es el producto que puede reducir en menor cantidad su precio; sin embargo, en vista de que el proyecto incluye productos agrícolas diferenciados, es difícil que todos los precios bajen en el mismo porcentaje y al mismo tiempo, es decir que mientras unos bajan otros podrían subir de precio.

Cuadro 24. Análisis de sensibilidad de la VAN y TIR, ante variaciones en el precio de venta

| Variaciones precio de Venta Área de producción 300 m² | | |
|---|---------------|--------------|
| PRECIO | VAN Q. | TIR % |
| 100% | 25808 | 60.58% |
| 99% | 24412 | 58.35% |
| 98% | 23017 | 56.10% |
| 97% | 21621 | 53.83% |
| 96% | 20225 | 51.54% |
| 95% | 18829 | 49.24% |
| 94% | 17433 | 46.92% |
| 93% | 16038 | 44.57% |
| 92% | 14642 | 42.20% |
| 91% | 13246 | 39.80% |
| 90% | 11850 | 37.38% |
| 89% | 10455 | 34.93% |
| 88% | 9059 | 32.44% |
| 87% | 7663 | 29.91% |
| 86% | 6267 | 27.35% |
| 85% | 4871 | 24.74% |
| 84% | 3476 | 22.08% |
| 83% | 2080 | 19.36% |
| 82% | 684 | 16.59% |
| 81% | (712) | 13.74% |

Fuente: Elaboración propia.

Ante una reducción en el precio de venta de los productos, la alternativa es buscar nuevos canales de comercialización o bien afianzar los que se tienen. La estacionalidad de los productos es otro factor a tomar en cuenta para aprovechar la colocación de los productos en tiempo de escasez. En el anexo 3 se presenta el análisis detallado de este escenario.

6.4.2 Escenario: Reducción de la producción

El área propuesta para la implementación del proyecto se encuentra en la denominada franja del corredor seco, y aunque la producción no depende de las lluvias, pueden suceder eventos adversos que podrían causar daños a los cultivos, tales como botar la flor, quebrar las hojas de las plantas, lo cual influiría negativamente en la productividad anual por planta. En el siguiente cuadro se muestra la sensibilidad máxima del VAN con respecto a la disminución de la productividad.

Cuadro 25. Variación en libras de la producción por ciclo de producción

| Concepto | Variación en la producción Área de producción 300 m ² | | | |
|----------------|---|------------|------------|-----|
| | Producción | | Diferencia | |
| | 100% Lbs. | 82% Lbs | Lbs | % |
| Tomate | 528.97 | 433.76 | 95.215 | 18% |
| Chile pimiento | 325.87 | 267.21 | 58.656 | 18% |
| Pepino | 1143.06 | 937.31 | 205.751 | 18% |
| Lechuga | 130.14 | 106.71 | 23.425 | 18% |
| Acelga | 126.25 | 103.53 | 22.725 | 18% |

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de la disminución de la producción presenta un comportamiento similar al de la variación en el precio.

Cuadro 26. Análisis de sensibilidad de la VAN y TIR, ante una reducción del volumen de producción

| Variación en la producción Área de producción 300 m ² | | |
|---|--------|--------|
| % Producción | VAN Q. | TIR % |
| 100% | 25808 | 60.58% |
| 99% | 24412 | 58.35% |
| 98% | 23017 | 56.10% |
| 97% | 21621 | 53.83% |
| 96% | 20225 | 51.54% |
| 95% | 18829 | 49.24% |
| 94% | 17433 | 46.92% |
| 93% | 16038 | 44.57% |
| 92% | 14642 | 42.20% |
| 91% | 13246 | 39.80% |
| 90% | 11850 | 37.38% |
| 89% | 10455 | 34.93% |
| 88% | 9059 | 32.44% |
| 87% | 7663 | 29.91% |
| 86% | 6267 | 27.35% |
| 85% | 4871 | 24.74% |
| 84% | 3476 | 22.08% |
| 83% | 2080 | 19.36% |
| 82% | 684 | 16.59% |
| 81% | (712) | 13.74% |

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto obtiene resultados positivos con una reducción en la producción de hasta el 18%, con una producción promedio por parcela de 99 libras por ciclo productivo. Por debajo de este nivel se obtendría un resultado con pérdidas y la propuesta de inversión no sería viable. En el anexo 4, se muestra el análisis detallado de este escenario.

6.4.3 Escenario: Aumento de los costos de producción

Los costos de producción en la propuesta de inversión de huertos familiares hidropónicos se benefician por el poco mantenimiento y labores culturales reducidas para su crecimiento y desarrollo.

Cuadro 27. Variación en costos totales

| Variación en los costos de producción | | | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------|------------|------------|-------------|-------------|
| Área de producción 300 m ² | | | | | | |
| Valores en Q. | | | | | | |
| AÑOS | | | | | | |
| % | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5% | | 24,580.42 | 25,395.87 | 26,229.39 | 27,079.02 | 27,942.31 |
| 39% | | 24,580.42 | 28,387.87 | 33,529.87 | 40,525.36 | 50,096.34 |
| Diferencia | | - | - 2,992.00 | - 7,300.48 | - 13,446.35 | - 22,154.04 |

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene contemplado un incremento medio anual del 5% de los costos a partir del segundo año; sin embargo, los costos podrían incrementarse en mayor proporción contingencias por diversas situaciones tales como aumento del salario mínimo, inflación y otras externalidades tales como el incremento en el precio de insumos.

La producción dependerá en gran manera del manejo agrícola que se le brinde al sistema, y de las buenas prácticas agrícolas que se le brinden de acuerdo a las capacitaciones obtenidas, considerando que la viabilidad financiera de la propuesta de inversión de huertos familiares depende en gran manera del compromiso del núcleo familiar.

Cuadro 28. Análisis de sensibilidad de la VAN y TIR, ante un incremento de los costos de producción

| Variación en los costos de producción | | |
|--|-----------------|---------------|
| Área de producción 300 m² | | |
| % de incremento en los costos | VAN Q. | TIR % |
| 5% | 25808.16 | 60.58% |
| 10% | 22913.32 | 57.43% |
| 15% | 19749.77 | 53.79% |
| 20% | 16299.10 | 49.50% |
| 25% | 12542.29 | 44.30% |
| 30% | 8459.65 | 37.69% |
| 35% | 4030.84 | 28.47% |
| 39% | 224.47 | 16.23% |
| 40% | (765.13) | 11.05% |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con este análisis el proyecto podría soportar hasta un incremento del 39% en los costos de producción.

Los costos de producción, es la variable que puede sufrir más cambios a través del tiempo, debido a la mayor incertidumbre que existe con respecto a los precios de insumos y mano de obra. En el anexo 5 se muestra el detalle del análisis de este escenario.

6.5 Análisis de aspectos generales relacionados con el impacto ambiental de los huertos familiares hidropónicos

Para los aspectos relacionados con la evaluación del impacto ambiental, se prevé que la propuesta de inversión de Huertos familiares hidropónicos es de bajo impacto negativo y de un alto impacto positivo, con respecto a los beneficios ambientales y a la utilización adecuada del agua.

6.5.1 Posibles efectos negativos al ambiente en la implementación de huertos familiares hidropónicos.

Las actividades que han sido consideradas como negativas en la propuesta de inversión, se muestran en la matriz de Leopold (Causa – efecto), considerando actividades relacionadas con el establecimiento, preparación, manejo y producción; así como factores ambientales relacionados con el suelo, aire, agua y biótico. En la evaluación se usa (-) si el impacto es negativo y (+) si el impacto es positivo.

Seguidamente, en la Matriz de importancia se realiza una valoración cualitativa en una escala de 1 a 10 de las actividades que se hayan considerado negativas para el ambiente en la matriz de Leopold. Para la valoración cualitativa se toman como puntos de referencia la naturaleza de los daños que puedan ocasionar las actividades al ambiente (intensidad, extensión, momento) y estos son valorados según su efecto directo en el ambiente. Finalmente cada una de estas valoraciones es sumada para contar una valoración de importancia de la actividad realizada.

El resultado presenta únicamente valores de importancia moderadas, en la actividad de control de plagas debido a que se requiere el uso de productos químicos.

| Actividades | Establecimiento | | | | | | Preparación de materiales | | | Manejo | | Producción | | | Total | | | |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|----------|----------------------------------|----------------|---------|-------|----------------|----------|--------------------|
| | Limpieza de terreno | Infraestructura Hidropónica | Desinfección de instalaciones | Construcción de bodegas | Preparación de semilla | Transporte de materiales | Almacenamiento de materiales | Preparación de sustratos | Siembra y trasplante | Riego y Fertirriego | Tutorado | Control de plagas y enfermedades | Fructificación | Cosecha | | Almacenamiento | Embalaje | Manejo de desechos |
| Calidad de agua superficial | - | | | | | | | | + | | | | | | | | + | 1(-) 2(+) |
| Calidad de agua subterránea | + | + | | | | | | | + | | | | | | | | + | 1(-) 2(+) |
| 4. Factor biótico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terrestre (Flora y fauna) | - | | - | | | | | | + | | - | | | | | | | 3(-) 2(+) |

Fuente: Elaboración propia.

Los efectos negativos sobre el ambiente se enfocan en el factor suelo, factor aire y en el factor abiótico, principalmente en la limpieza del terreno y el control de plagas y enfermedades.

A continuación se presenta la matriz de valoración de importancia, de los resultados obtenidos de la matriz de Leopold, para priorizar las medidas de mitigación.

Cuadro 30. Matriz de importancia

| Carácter cualitativo | Naturaleza | Intensidad (I) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | Importancia |
|----------------------------------|------------|----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-------------|
| Actividad | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza de terreno | (-) | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| Infraestructura Hidropónica | (-) | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 18 |
| Desinfección de instalaciones | (-) | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 19 |
| Construcción de bodegas | (-) | 5 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 |
| Preparación de semilla | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Transporte de materiales | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Preparación de materiales | | | | | | | | | | | | |
| Almacenamiento de materiales | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Preparación de sustratos | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Siembra y trasplante | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Riego y Fertirriego | (-) | 4 | 4 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 1 | 27 |
| Manejo | | | | | | | | | | | | |
| Tutorado | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Control de plagas y enfermedades | (-) | 5 | 6 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 27 |
| Fructificación | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Producción | | | | | | | | | | | | |
| Cosecha | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Almacenamiento | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Embalaje | (-) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |

Fuente: Elaboración propia.

* La importancia del impacto es la sumatoria de = (I + EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes.

Los impactos con valores de importancia entre 25 y 50 son moderados.

De acuerdo al cuadro de valoración de importancia, se han establecido que las dos actividades negativas que tienen un impacto moderado, son el riego y el manejo y control de plagas y enfermedades, por lo que es necesario establecer algunas medidas de mitigación.

6.5.2 Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación se realizan para las acciones más perjudiciales al ambiente, tanto para la matriz de causa efecto, como también para la matriz de importancia, siendo las siguientes de acuerdo a su nivel de intensidad o importancia ambiental.

1. Control de plagas y enfermedades
2. Limpieza del área para elaboración de sustratos
3. Consumo del agua potable entubada.

6.5.3 Plan de mitigación

Para cada una de las acciones, se realiza un plan de opciones para reducir al máximo o contrarrestar los efectos causados al ambiente.

A. Control de plagas y enfermedades

- Uso adecuado de los agroquímicos o pesticidas
- Utilización de únicamente de la cantidad necesaria
- Utilización de mascarillas y equipo de protección por las personas encargadas de su aplicación.

B. Limpieza del área para elaboración de sustratos

Durante la limpieza del área, que ya son áreas que no son aptas para la agricultura, realizar en áreas con demasiada pendiente terrazas, y utilizar el material a utilizar como una cubierta orgánica.

C. Control de plagas y enfermedades

Para controlar la contaminación al aire se debe hacer un uso correcto del equipo de aspersión y desinfección del área de trabajo, con la utilización de boquillas que reduzcan el esparcimiento del producto al ambiente, aplicando de forma directa a las paredes, mesas y piso del área de producción y almacenamiento (según sea necesario), etc.

E. Consumo de agua entubada

Para controlar la contaminación del agua, principalmente debido a sobrantes por el lavado del equipo, se utilizará la mínima cantidad de agua la cual será desechada en la red de drenajes para evitar así la contaminación de riachuelos y ríos de forma directa.

6.5.4 Costos de implementación del plan

De acuerdo a las estimaciones realizadas, en relación a los impactos negativos, y las prácticas culturales a realizar para la implementación de la propuesta de

inversión, no son necesarios costos adicionales a los planteados, esto de acuerdo que todas las actividades agrícolas planteadas deben de ser con un enfoque de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, que deberán de ser brindadas durante las diferentes capacitaciones.

CONCLUSIONES

1. El resultado del análisis financiero de la inversión en huertos familiares hidropónicos (HFH), para apoyar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula, demuestra la viabilidad financiera de la inversión.
2. El análisis de aspectos agronómicos determinó que la implementación del huerto familiar hidropónico para el cultivo de tomate, lechuga, pepino, chile pimiento y acelga; el sistema de riego deber ser de goteo por gravedad, en un área de producción propuesta de 300 m² con base en lo establecido por el programa hidropónico de la FAO para huertos populares.
3. La inversión inicial necesaria para un área de producción de 300 m² se estableció en Q34,611.75, que incluye materiales, insumos, y mano de obra para la preparación del terreno e instalación del HFH, por valor de Q 12,394.34, y como costos de producción y gastos administrativos para el primer año por valor de Q 13,417.37 y Q 8,800.00, respectivamente. Los ingresos anuales para el primer año se estimaron en Q 40,399.62, en tanto que el costo de capital promedio ponderado es de 15.40%.
4. El financiamiento del proyecto es de un 57% con capital propio (Q19,611.75) y 43% con un préstamo bancario de Q 15,000.00 a una tasa de interés anual de 12% y plazo a cinco años.
5. Los resultados de la evaluación financiera fueron: Valor actual neto (VAN) positivo de Q25,808.16; tasa interna de retorno (TIR), de 60.58%, que es superior al CCPP (16.53%); la relación beneficio costo (B/C) es mayor a la unidad (1.21); y, el período de recuperación de la inversión (PRI), es de un año, 11 meses y 4 días.

6. El análisis financiero de la inversión a través de escenarios, demuestra que la disminución del precio de venta y la reducción de los niveles de producción, no pueden ser mayores del 18%; en tanto que el aumento de los costos de producción y administrativos no puede ser mayor al 39%, para que la propuesta de inversión siga siendo viable.
7. El análisis de aspectos generales relacionados con el impacto ambiental a través de la matriz de Leopold y la matriz de importancia revela que las actividades de riego por el consumo de agua, así como el manejo y control de plagas y enfermedades tienen un impacto negativo moderado, en el ambiente, para lo cual se proponen las medidas de mitigación respectivas.

RECOMENDACIONES

1. En vista de que los resultados de la evaluación financiera fueron favorables y con el fin de apoyar la seguridad alimentaria de la región y la adaptación al cambio climático, se propone la puesta en marcha del proyecto de inversión en huertos familiares hidropónicos (HFH), para los pequeños y medianos agricultores de la región Chortí en los municipios de Camotán, y Jocotán del Departamento de Chiquimula, supliendo hortalizas de primera necesidad, sin causar degradación en el suelo, con buenas prácticas agrícolas y uso adecuado del agua.
2. Para apoyar la implementación de los HFH, es primordial que previamente se impartan a los agricultores, los talleres de capacitación técnica para que puedan llevar a cabo con éxito las diversas tareas de preparación del área de cultivo, instalación del HFH, y el proceso productivo agrícola, para obtener resultados óptimos y aplicando las medidas medioambientales requeridas.
3. Al momento de la puesta en marcha del proyecto de inversión es importante la actualización de los precios de venta y costos de producción.
4. La realización de alianzas estratégicas con diversas asociaciones y organismos internacionales es una opción que pueda aportar beneficios extras a la propuesta, tales como la obtención de otras fuentes de financiamiento que incluyen la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional.
5. La creación de un centro de acopio para la venta por mayor de la producción de los huertos familiares hidropónicos, es una opción alternativa que puede ser útil para la creación de canales de comercialización directos con el consumidor final.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baca, G. (2006). Evaluación de proyectos; Estudio técnico, Estudio Económico y Evaluación económica .5ª Ed. México, McGraw Hill. 383 p.
2. Besley, S.; y Brigham, E. (2009). Fundamentos de Administración Financiera. 14ª. Ed. Santa fe, México DF. Cengage Learning. 819 p.
3. CEIBA (Asociación para la Promoción y el Desarrollo de la Comunidad. GT.) (2010). Impactos del Cambio Climático en la Agricultura Guatemalteca, con énfasis en los pequeños agricultores. Recuperado de:
<http://ceibaguatemala.org/estudiosypublicaciones/Medio%20Ambiente%20y%20Territorio/Impacto%20del%20Cambio%20Climatico%20y%20Agricultura.pdf>
4. CGIAR (Global Agricultural Research Partnership. US). (2015). Estado del Arte en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria en Guatemala. Recuperado de:
http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/images/b/ba/Estado_del_Arte_en_Cambio_Clim%C3%A1tico,_agricultura_y_seguridad_alimentaria_en_Guatemala.PDF
5. Contreras, S. (2010). Valor Actual Neto; VAN. Recuperado de:
<http://www.slideshare.net/scontulloa/valor-actual-neto>
6. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (2003). La Huerta Hidropónica Popular. Manual Técnico. Santiago de Chile. Tercera edición. 132 p.
7. Gándara, N. (2016). Cultivos sin tierra: solución ante el hambre y mal clima. Prensa Libre. Recuperado de :
<http://www.prensalibre.com/economia/cultivos-hidroponicos-solucion-ante-el-cambio-climatico>

8. Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, Pearson Educación 414p.
9. Guzmán Díaz, G. (2004). Hidroponía en casa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/Hidroponia.pdf
10. Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ª. Ed. México, McGraw Hill. 656 p
11. Herrera J. (2013). Evaluación de la respuesta del cultivo hidropónico de hortalizas a sustratos elaborados con materiales procedentes de las aldeas Brasilar y Shupá del municipio de Camotán, Chiquimula. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala. 123 p.
12. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. GT). (1997). Manual de Cultivos Hidropónicos Populares: Producción de Verduras sin Usar Tierra.
13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2001). Caracterización de los Municipios de Camotán, Jocotán y Olopa y potencialidad para el desarrollo de cultivos. Recuperado de: [http://www.sigmaga.com.gt/pdfs_sigmaga/004%20-%20Informe%20Unificado%20Camotán %20Jocotan%20Olopa.pdf](http://www.sigmaga.com.gt/pdfs_sigmaga/004%20-%20Informe%20Unificado%20Camotán%20Jocotan%20Olopa.pdf)
14. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). (2007). Acuerdo Ministerial No. 362-2007. Unidad de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Guatemala. Recuperado de: http://mspas.gob.gt/salud/web/images/stories/DGRVCS/medio_ambiente/acuerdos_gubernativos/AM_362_2007.pdf

15. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). (2016). Congreso Nacional sobre Medidas de Luchas contra la Degradación de Tierras, la Desertificación y la Sequía. Recuperado de: http://marn.gob.gt/noticias/actualidad/Congreso_Nacional_sobre_Medidas_de_Luchas_contra_la_Degradacin_de_Tierras_la_Desertificacin_y_la_Sequa
16. Martínez, V. (2007). Manual de Ecología General; Práctica de Evaluación de Impacto ambiental. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala. Editorial Universitaria USAC. Guatemala. 75p
17. Moyer, R., McGuigan, J., Kretlow, W., (2008) Administración Financiera Contemporánea (9^a. Ed) México, Cengage Learning 379 p.
18. Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. (Spanish). Climate Change and its Impact on the Agriculture. (English) (33):115-123. p. 117-120. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=65919200&lang=es&site=ehost-live>
19. Rivera, P. (2015). Sequía, Canícula y Cambio Climático en Guatemala. Recuperado de: <http://www.entremundos.org/revista/medio-ambiente/sequia-canicula-y-cambio-climatico-en-guatemala/>
20. Sapag. N.; Sapag., R. (2008). Preparación y evaluación de proyectos. México. McGraw Hill. Quinta edición.
21. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. GT). (2011). Informe Final Municipio de Camotán caracterización y diagnostico; ordenamiento territorial. Chiquimula, Guatemala.
22. SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional. GT). (2008). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Recuperado de: http://www.sesan.gob.gt/pdfs/sesan/marco-legal/Ley_de-SAN.pdf

23. USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala GT). (2009). Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estudios de Postgrado. Normativo de Tesis Para Optar al Grado de Maestro en Ciencias. 2009. Guatemala. 80 p.
24. Váquiro, J. (2010). La relación Beneficio Costo (en línea). Ibagué, Recuperado de: <http://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DEL PAISAJE, CAMOTÁN Y JOCOTÁN | 2 |
| CUADRO 2. USO ACTUAL DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN Y JOCOTÁN CHIQUMULA..... | 3 |
| CUADRO 3. CAPACIDAD DE USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN Y JOCOTÁN . | 4 |
| CUADRO 4. CATEGORÍAS DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO METODOLOGÍA USDA | 4 |
| CUADRO 5. TRATADOS INTERNACIONALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA | 15 |
| FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE SURCOS DE SIEMBRA | 54 |
| FIGURA 2. ESQUEMA DE UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS | 56 |
| CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE RIEGO Y FERTIRRIEGO | 61 |
| CUADRO 7. PROGRAMA DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES | 63 |
| FIGURA 3. ESQUEMA DE UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TUTORES | 63 |
| CUADRO 8. INVERSIÓN INICIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE UN HUERTO FAMILIAR HIDROPÓNICO | 67 |
| CUADRO 9. COSTOS DE PRODUCCIÓN ANUAL DE PRODUCCIÓN EN HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 70 |
| CUADRO 10. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 71 |
| CUADRO 11. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 72 |
| CUADRO 12. ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS ANUALES DE PRODUCCIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 73 |
| CUADRO 13. ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL CAPITAL PROMEDIO PONDERADO..... | 74 |
| CUADRO 14. RESUMEN ANUAL DE LA AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO | 75 |
| CUADRO 15. FLUJO DE FONDOS PROYECTADO PARA LA INVERSIÓN EN HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 76 |
| CUADRO 16. FACTOR DE DESCUENTO ANUAL | 78 |

| | |
|--|-----------|
| CUADRO 17. FLUJO DE CAJA DESCONTADO PROYECTADO A CINCO AÑOS, PARA LA PRODUCCIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS..... | 79 |
| CUADRO 18. RESUMEN DEL FLUJO DE CAJA DESCONTADO Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN FINANCIERA | 80 |
| CUADRO 19. VALOR ACTUAL NETO DE LA PROPUESTA DE INVERSIÓN DE HFH | 81 |
| CUADRO 20. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) DE LA INVERSIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 82 |
| CUADRO 21. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C) DE LA INVERSIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 83 |
| CUADRO 22. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI), DE LA PROPUESTA DE INVERSIÓN DE HUERTOS FAMILIARES HIDROPÓNICOS | 84 |
| CUADRO 22. RESUMEN DE LOS INDICADORES FINANCIEROS..... | 85 |
| CUADRO 23. VARIACIÓN DE PRECIOS DE PRODUCTOS..... | 86 |
| CUADRO 24. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA VAN Y TIR, ANTE VARIACIONES EN EL PRECIO DE VENTA | 87 |
| CUADRO 25. VARIACIÓN EN LIBRAS DE LA PRODUCCIÓN POR CICLO DE PRODUCCIÓN | 88 |
| CUADRO 26. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA VAN Y TIR, ANTE UNA REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN..... | 89 |
| CUADRO 27. VARIACIÓN EN COSTOS TOTALES | 90 |
| CUADRO 28. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA VAN Y TIR, ANTE UN INCREMENTO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN | 91 |
| CUADRO 29. MATRIZ DE LEOPOLD (CAUSA – EFECTO) | 93 |
| CUADRO 30. MATRIZ DE IMPORTANCIA | 95 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE SURCOS DE SIEMBRA | 54 |
| FIGURA 2. ESQUEMA DE UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS | 56 |
| FIGURA 3. ESQUEMA DE UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TUTORES | 63 |

ANEXOS

Anexo 1. Amortizaciones mensuales del financiamiento externo.

| PAGO DE LA DEUDA | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|
| MES | CUOTA | INTERESES | PAGO | SALDO |
| | NIVELADA | 1.0000% | DEUDA | |
| 0 | | | | 15,000.00 |
| 1 | Q333.67 | 150.00 | 183.67 | 14,816.33 |
| 2 | Q333.67 | 148.16 | 185.50 | 14,630.83 |
| 3 | Q333.67 | 146.31 | 187.36 | 14,443.47 |
| 4 | Q333.67 | 144.43 | 189.23 | 14,254.24 |
| 5 | Q333.67 | 142.54 | 191.12 | 14,063.12 |
| 6 | Q333.67 | 140.63 | 193.04 | 13,870.08 |
| 7 | Q333.67 | 138.70 | 194.97 | 13,675.11 |
| 8 | Q333.67 | 136.75 | 196.92 | 13,478.20 |
| 9 | Q333.67 | 134.78 | 198.88 | 13,279.31 |
| 10 | Q333.67 | 132.79 | 200.87 | 13,078.44 |
| 11 | Q333.67 | 130.78 | 202.88 | 12,875.56 |
| 12 | Q333.67 | 128.76 | 204.91 | 12,670.65 |
| 13 | Q333.67 | 126.71 | 206.96 | 12,463.69 |
| 14 | Q333.67 | 124.64 | 209.03 | 12,254.66 |
| 15 | Q333.67 | 122.55 | 211.12 | 12,043.54 |
| 16 | Q333.67 | 120.44 | 213.23 | 11,830.30 |
| 17 | Q333.67 | 118.30 | 215.36 | 11,614.94 |
| 18 | Q333.67 | 116.15 | 217.52 | 11,397.42 |
| 19 | Q333.67 | 113.97 | 219.69 | 11,177.73 |
| 20 | Q333.67 | 111.78 | 221.89 | 10,955.84 |
| 21 | Q333.67 | 109.56 | 224.11 | 10,731.73 |
| 22 | Q333.67 | 107.32 | 226.35 | 10,505.38 |
| 23 | Q333.67 | 105.05 | 228.61 | 10,276.77 |
| 24 | Q333.67 | 102.77 | 230.90 | 10,045.87 |
| 25 | Q333.67 | 100.46 | 233.21 | 9,812.66 |
| 26 | Q333.67 | 98.13 | 235.54 | 9,577.12 |
| 27 | Q333.67 | 95.77 | 237.90 | 9,339.23 |
| 28 | Q333.67 | 93.39 | 240.27 | 9,098.95 |
| 29 | Q333.67 | 90.99 | 242.68 | 8,856.28 |
| 30 | Q333.67 | 88.56 | 245.10 | 8,611.17 |
| 31 | Q333.67 | 86.11 | 247.55 | 8,363.62 |
| 32 | Q333.67 | 83.64 | 250.03 | 8,113.59 |

| PAGO DE LA DEUDA | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|
| MES | CUOTA | INTERESES | PAGO | SALDO |
| | NIVELADA | 1.0000% | DEUDA | |
| 33 | Q333.67 | 81.14 | 252.53 | 7,861.06 |
| 34 | Q333.67 | 78.61 | 255.06 | 7,606.00 |
| 35 | Q333.67 | 76.06 | 257.61 | 7,348.39 |
| 36 | Q333.67 | 73.48 | 260.18 | 7,088.21 |
| 37 | Q333.67 | 70.88 | 262.78 | 6,825.43 |
| 38 | Q333.67 | 68.25 | 265.41 | 6,560.01 |
| 39 | Q333.67 | 65.60 | 268.07 | 6,291.95 |
| 40 | Q333.67 | 62.92 | 270.75 | 6,021.20 |
| 41 | Q333.67 | 60.21 | 273.45 | 5,747.75 |
| 42 | Q333.67 | 57.48 | 276.19 | 5,471.56 |
| 43 | Q333.67 | 54.72 | 278.95 | 5,192.61 |
| 44 | Q333.67 | 51.93 | 281.74 | 4,910.86 |
| 45 | Q333.67 | 49.11 | 284.56 | 4,626.31 |
| 46 | Q333.67 | 46.26 | 287.40 | 4,338.90 |
| 47 | Q333.67 | 43.39 | 290.28 | 4,048.63 |
| 48 | Q333.67 | 40.49 | 293.18 | 3,755.44 |
| 49 | Q333.67 | 37.55 | 296.11 | 3,459.33 |
| 50 | Q333.67 | 34.59 | 299.07 | 3,160.26 |
| 51 | Q333.67 | 31.60 | 302.06 | 2,858.19 |
| 52 | Q333.67 | 28.58 | 305.08 | 2,553.11 |
| 53 | Q333.67 | 25.53 | 308.14 | 2,244.97 |
| 54 | Q333.67 | 22.45 | 311.22 | 1,933.76 |
| 55 | Q333.67 | 19.34 | 314.33 | 1,619.43 |
| 56 | Q333.67 | 16.19 | 317.47 | 1,301.96 |
| 57 | Q333.67 | 13.02 | 320.65 | 981.31 |
| 58 | Q333.67 | 9.81 | 323.85 | 657.46 |
| 59 | Q333.67 | 6.57 | 327.09 | 330.36 |
| 60 | Q333.67 | 3.30 | 330.36 | 0.00 |

Anexo 2. Flujo de caja anual, de la propuesta de inversión de Huertos Hidropónicos Familiares.

| DESCRIPCIÓN | MESES | | | | | | | | | | | | TOTAL AÑO | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------------|--------|-------|-------|--------|--------|-----|-------|-----|-------|-------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | 12 | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos por ventas | - | 1,425 | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | 40,400 | | | | | | | |
| Valor de rescate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL INGRESOS | - | 1,425 | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | - | 1,425 | - | 12,042 | 40,400 | | | | | | | |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de Producción | 750 | 525 | 525 | 550 | 825 | 3,035 | 1,097 | 550 | 750 | 2,885 | 1,075 | 550 | 825 | 550 | 1,075 | 550 | 825 | 13,417 | | | | | | | |
| Costos administrativos | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 1,150 | 650 | 650 | 650 | 650 | 1,150 | 650 | 650 | 650 | 1,150 | 650 | 650 | 8,800 | | | | | | | |
| Intereses del préstamo | 150 | 148 | 148 | 146 | 144 | 143 | 141 | 139 | 137 | 135 | 133 | 131 | 129 | 131 | 133 | 131 | 129 | 1,675 | | | | | | | |
| Depreciación de maquinaria y equipo | | | | | | | | | | | | | | | | | 688 | | | | | | | | |
| TOTAL EGRESOS | 1,550 | 1,323 | 1,323 | 1,346 | 1,619 | 4,328 | 1,888 | 1,339 | 1,537 | 3,670 | 2,358 | 1,331 | 2,292 | 1,331 | 2,358 | 1,331 | 2,292 | 24,580 | | | | | | | |
| UTILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad antes de impuesto | - | 1,550 | 102 | - | 1,346 | - | 4,328 | - | 463 | - | 1,339 | - | 1,339 | 10,505 | - | 3,670 | - | 933 | - | 1,331 | - | 933 | 9,749 | | |
| Impuesto (5%) | - | - | 71 | - | 602 | - | 71 | - | 602 | - | 71 | - | 602 | 602 | - | 71 | - | 71 | - | - | - | - | 602 | 2,020 | |
| Utilidad después de impuesto | - | 1,550 | 31 | - | 1,346 | - | 4,328 | - | 534 | - | 1,339 | - | 1,339 | 9,903 | - | 3,670 | - | 1,004 | - | 1,331 | - | 1,331 | 9,147 | 13,799 | |
| Depreciación de maquinaria y equipo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 688 | |
| Amortización del crédito | 184 | 186 | 186 | 187 | 189 | 191 | 193 | 195 | 197 | 199 | 201 | 203 | 205 | 203 | 201 | 199 | 197 | 201 | 203 | 205 | 203 | 205 | 203 | 2329 | |
| Utilidad Neta (FNE) | - | 1,734 | - | 155 | - | 1,534 | - | 9,631 | - | 4,519 | - | 727 | - | 1,534 | - | 9,706 | - | 1,205 | - | 1,534 | - | 1,534 | - | 1,534 | 10,781 |

Anexo 3. Flujo de caja descontado del escenario de sensibilidad de la reducción del precio.

| DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| INGRESOS | | | | | | |
| Ingresos por ventas | - | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| TOTAL INGRESOS | - | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| COSTOS | | | | | | |
| Costo de Producción | - | 11,647 | 10,616 | 9,676 | 8,819 | 8,038 |
| Costo Oper. Admon y ambientales | - | 7,639 | 6,963 | 6,346 | 5,784 | 5,272 |
| Intereses préstamo | - | 1,454 | 1,039 | 684 | 381 | 123 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Utilidad antes de impuesto | - | 7,420 | 7,074 | 6,733 | 6,399 | 6,075 |
| Impuesto (5%) | - | 1,438 | 1,311 | 1,194 | 1,089 | 992 |
| Utilidad neta | - | 5,982 | 5,764 | 5,539 | 5,311 | 5,082 |
| Depreciaciones (+) | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Inversión de capital de trabajo | - | | | | | |
| | 22,217 | - | - | - | - | - |

| DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Inversión inicial | 12,394 | - | - | - | - | - |
| Préstamo (+) | 15,000 | - | - | - | - | - |
| Amortización del préstamo (-) | - | 2,022 | 1,978 | 1,935 | 1,892 | 1,851 |
| Flujo neto de caja | 19,612 | 4,557 | 4,305 | 4,054 | 3,809 | 3,571 |
| INGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| EGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | 19,612 | 24,199 | 21,906 | 19,835 | 17,965 | 16,276 |
| FLUJO NETO DE CAJA | 19,612 | 4,557 | 4,305 | 4,054 | 3,809 | 3,571 |
| DIFERENCIA | - | - | - | - | - | - |
| CCPP | 16.53% | | | | | |
| VALOR ACTUAL NETO (VAN) | Q684 | | | | | |
| TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 16.59% | 16.59% | | | | |
| RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C) | Q1.50 | | | | | |

Anexo 4. Flujo de caja descontado del escenario de sensibilidad de la reducción de la producción anual.

| DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos por ventas | - | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| TOTAL INGRESOS | - | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| COSTOS | - | - | - | - | - | - |
| Costo de Producción | - | 11,647 | 10,616 | 9,676 | 8,819 | 8,038 |
| Costo Oper. Admon y ambientales | - | 7,639 | 6,963 | 6,346 | 5,784 | 5,272 |
| Intereses préstamo | - | 1,454 | 1,039 | 684 | 381 | 123 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Utilidad antes de impuesto | - | 7,420 | 7,074 | 6,733 | 6,399 | 6,075 |
| Impuesto (5%) | - | 1,438 | 1,311 | 1,194 | 1,089 | 992 |
| Utilidad neta | - | 5,982 | 5,764 | 5,539 | 5,311 | 5,082 |
| Depreciaciones (+) | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Inversión de capital de trabajo | - | - | - | - | - | - |
| Inversión inicial | 22,217 | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - |

| DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|--|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Flujo de fondos descontado reducción de producción al 18% | | | | | | |
| Préstamo (+) | 12,394 | - | - | - | - | - |
| Amortización del préstamo (-) | 15,000 | - | - | - | - | - |
| Flujo neto de caja | - | 2,022 | 1,978 | 1,935 | 1,892 | 1,851 |
| | 19,612 | 4,557 | 4,305 | 4,054 | 3,809 | 3,571 |
| INGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | - | 28,757 | 26,211 | 23,890 | 21,775 | 19,847 |
| EGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | 19,612 | 24,199 | 21,906 | 19,835 | 17,965 | 16,276 |
| FLUJO NETO DE CAJA | | | | | | |
| | 19,612 | 4,557 | 4,305 | 4,054 | 3,809 | 3,571 |
| DIFERENCIA | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | - |
| CCPP | 16.53% | | | | | |
| VALOR ACTUAL NETO (VAN) | Q684 | | | | | |
| TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 16.59% | 16.59% | | | | |
| RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C) | Q1.50 | | | | | |

Anexo 5. Flujo de caja descontado del escenario de sensibilidad del aumento de costos de producción y administrativos

| DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos por ventas | - | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 |
| TOTAL INGRESOS | - | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 |
| COSTOS | - | - | - | - | - | - |
| Costo de Producción | - | 11,647 | 10,616 | 9,676 | 8,819 | 8,038 |
| Costo Oper. Admon y ambientales | - | 7,639 | 9,217 | 11,121 | 13,419 | 16,191 |
| Intereses préstamo | - | 1,454 | 1,039 | 684 | 381 | 123 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Utilidad antes de impuesto | - | 13,732 | 10,573 | 7,202 | 3,544 | 488 |
| Impuesto (5%) | - | 1,753 | 1,598 | 1,457 | 1,328 | 1,210 |
| Utilidad neta | - | 11,978 | 8,975 | 5,745 | 2,217 | 1,698 |
| Depreciaciones (+) | - | 598 | 519 | 450 | 391 | 339 |
| Inversión de capital de trabajo | - | - | - | - | - | - |
| | 22,217 | - | - | - | - | - |
| Inversión inicial | - | - | - | - | - | - |
| | 12,394 | - | - | - | - | - |

| Flujo de fondos descontado reducción de producción al 18% DESCRIPCION | AÑOS | | | | | |
|--|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Préstamo (+) | 15,000 | - | - | - | - | - |
| Amortización del préstamo (-) | - | 2,022 | 1,978 | 1,935 | 1,892 | 1,851 |
| Flujo neto de caja | 19,612 | 10,554 | 7,516 | 4,261 | 715 | 3,210 |
| INGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | | 35,069 | 31,964 | 29,134 | 26,554 | 24,203 |
| EGRESOS DESCONTADOS | | | | | | |
| | 19,612 | 24,515 | 24,448 | 24,873 | 25,839 | 27,413 |
| FLUJO NETO DE CAJA | 19,612 | 10,554 | 7,516 | 4,261 | 715 | 3,210 |
| DIFERENCIA | - | - | - | - | 0 | - |
| CCPP | 16.53% | | | | | |
| VALOR ACTUAL NETO (VAN) | Q224 | | | | | |
| TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 16.23% | | | | | 16.23% |
| RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C) | Q1.37 | | | | | |