

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODO DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO PARA LOS
AGRICULTORES ARTESANALES DE GRANOS BÁSICOS EN EL PARQUE
REGIONAL MUNICIPAL LA CERRA EN EL AÑO 2020, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

LICENCIADO NESTOR SANTIAGO MONTERROSO RAMÍREZ

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS**



IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODO DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO PARA LOS AGRICULTORES ARTESANALES DE GRANOS BÁSICOS EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL LA CERRA EN EL AÑO 2020, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LIC. NESTOR SANTIAGO MONTERROSO RAMÍREZ

DOCENTE: LICDA MSC. ROSA FERDINANDA SOLIS MONROY

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA (Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de
Amatitlán - AMSA-, 2012)

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: MSc. Byron Giovani Mejía Victorio
Vocal Tercero: Vacante
Vocal Cuarto: Vacante
Vocal Quinto: Vacante

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Coordinador: Msc. Carlos Humberto Valladares Gálvez

Evaluador: Msc. Edgar Laureano Juárez Sepulveda

Evaluador: Msc. Ricardo Alfredo Girón Solorzano

DECLARACIÓN JURADADA DE ORIGINALIDAD

YO: **Nestor Santiago Monterroso Ramírez**, con numero de carnet universitario 200713323.

Declaro que, como autor, soy el único responsable de la originalidad, validez científica de las doctrinas y opiniones expresadas en el presente Trabajo Profesional de Graduación, de acuerdo al artículo 17 del Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar al Grado Académico de Maestro en Artes.

Autor: _____

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be 'N. S. Monterroso Ramírez'.



ACTA No. MFEP-09-2021

De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación, la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos integrantes de la Terna Evaluadora, el día lunes 4 de octubre de 2021, a las 20:00 horas, para evaluar la presentación del TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN del Licenciado **Nestor Santiago Monterroso Ramírez**, carné No. 200713323, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la sección A de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de **Maestro en Artes** en Formulación y Evaluación de Proyectos. La presentación se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó, de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODO DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO PARA LOS AGRICULTORES ARTESANALES DE GRANOS BASICOS EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL LA CERRA EN EL AÑO 2020, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. La presentación fue calificada con una nota promedio de 74 puntos, obtenida de los punteos asignados por cada integrante de la Terna Evaluadora. La Terna hace las siguientes recomendaciones: Que, de acuerdo a las observaciones realizadas por cada uno de los miembros de la Terna Evaluadora, en los documentos revisados y entregados al estudiante; éste debe de incorporarlos al documento final de Trabajo Profesional de Graduación. Para el efecto dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala el 4 de octubre 2021.

Msc. Carlos Humberto Valladares Gámez
Coordinador

Msc. Edgar Laureano Juárez Sepulveda
Evaluador

Msc. Ricardo Alfredo Girón Solorzano
Evaluador

Lic. Nestor Santiago Monterroso Ramírez
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ARTES EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

ADENDUM al ACTA No. MFEP-09-2021

El infrascrito Examinador CERTIFICA que el estudiante **Nestor Santiago Monterroso Ramirez**, carné No. 200713323 incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la terna evaluadora.

Guatemala, 10 de octubre de 2021.




Carlos Humberto Valladares Gálvez
Coordinador

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por haberme dado la vida y llenar de bendiciones y éxitos mi camino.
- A MIS PADRES:** Pascual Francisco Monterroso Hernández y Romelia Ramírez Santos pilares de mi vida, por el amor, confianza y comprensión, por guiarme con su ejemplo de lucha y sacrificio.
- A MI ESPOSA:** Dennise Eunice Balcárcel Rivera, por su amor y apoyo incondicional, por creer en mí y exhortarme a seguir adelante para alcanzar nuestros objetivos, sobre todo por darme la bendición de ser padre.
- A MIS HIJAS:** Zoe Valentina por ser mi felicidad, alegría y motivación. Emma Valentina mi angelito que está en el cielo, por representar la promesa de Dios que algún día nos volveremos a encontrar.
- A MIS HERMANOS:** Felipe y Wendy por ser parte de mi vida y por todos esos momentos felices y malos que hemos vivido juntos.
- A MIS AMIGOS:** Marlos Cruz, Luis Monterroso, Ing. David Monterroso y Bryan Esquivel a los que considero como hermanos, triunfo que comparto con ustedes como agradecimiento a su amistad.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:** Por la formación de profesionales de alta calidad y por los conocimientos brindados.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Gloriosa y tricentenaria, institución que no solo permiten mi desarrollo profesional, sino que da al pueblo guatemalteco profesionales con alta conciencia. Que Dios me permita corresponder con tal responsabilidad.

Contenido

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Agricultura en Guatemala.....	1
1.2. El sector agrícola en San Miguel Petapa.....	2
1.3. Zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra.	5
1.4. Temas relacionados con el Trabajo Profesional de Graduación.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Agricultura.....	8
2.2. Tipos de agricultura.....	8
2.3. Agricultura artesanal	9
2.4. Granos básicos	9
2.4.1. Tipos de granos básicos	9
2.5. Riego	10
2.6. Métodos de Riego.....	10
2.7. Método de riego por gravedad-goteo	11
2.7.2. Ventajas del riego por gravedad-goteo	11
2.7.3. Desventajas del riego por gravedad-goteo.....	12

2.8. Proyecto.....	13
2.9. Tipos proyecto	13
2.9.1.1. De acuerdo al sector pueden ser:.....	14
2.9.1.2. De acuerdo a su naturaleza:.....	14
2.9.1.3. Bienes y Servicios	15
2.10. Ciclo del proyecto	15
2.11. Estudio de mercado	17
2.11.1. Tipos de estudio de mercado.....	17
2.11.2. Proceso para implementación de un estudio de mercado.....	18
2.12. Estudio técnico	19
2.12.1. Componentes del estudio técnico.....	20
2.13. Estudio administrativo y legal.....	23
2.14. Estudio de impacto ambiental	24
2.14.1. Impacto ambiental	25
2.14.2. Medio ambiente.....	25
2.15. Estudio financiero	26
2.15.1. Criterios de evaluación de proyectos.....	26
2.15.1.1. Valor Actual neto (VAN)	27
2.15.1.2. Tasa interna de retorno financiera (TIRF).....	27
2.15.1.3. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)	28

2.15.1.4.	Índice de rentabilidad (IR)	30
2.15.2.	Análisis de sensibilidad.....	31
3.	METODOLOGÍA	32
3.1.	Definición del problema.....	32
3.2.	Delimitación del problema:	33
3.3.	Unidad de análisis.....	34
3.4.	Período a investigar	34
3.5.	Ámbito geográfico	34
3.6.	Objetivos.....	34
3.6.1.	Objetivo general.....	34
3.6.2.	Objetivos específicos	34
3.7.	Justificación	35
3.8.	Método científico.....	36
3.9.	Técnicas de investigación aplicadas	37
3.9.1.	Técnicas de investigación documental.....	37
3.9.2.	Técnicas de investigación de campo	37
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.	Caracterización del Municipio de San Miguel Petapa sobre los aspectos productivos y económicos del cultivo de granos básicos.....	39
4.1.1.	Caracterización de agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra	42

4.2. Estudio de mercado	52
4.2.1. Caracterización de clientes	52
4.2.2. Segmentación demográfica	52
4.2.2.1. Genero	52
4.2.2.2. Edad.....	53
4.2.3. Segmentación socio económica	53
4.2.4. Análisis de la demanda.....	54
4.2.5. Proyección de la demanda.....	58
4.2.6. Análisis de la oferta	60
4.2.7. Análisis de precios.....	62
4.3. Propuesta técnica para un sistema de riego	64
4.3.1. Localización.....	64
4.3.2. Macro localización	65
4.3.3. Micro localización	66
4.3.4. Proceso de producción	69
4.3.4.1. Preparación del terreno	69
4.3.4.2. Siembra de las semillas de maíz	69
4.3.4.3. Primera fertilización	70
4.3.4.4. Proceso de desyerbo.....	70
4.3.4.5. Segunda fertilización	70

4.3.4.6.	La calza	70
4.3.4.7.	Siembra de semilla de frijol.....	71
4.3.4.8.	Aplicación de Herbicida	71
4.3.4.9.	Aplicación de foliar	71
4.3.4.10.	Doblado de milpa	71
4.3.4.11.	Tapisca	71
4.3.4.12.	Selección de semilla para la siembra	71
4.3.4.13.	Proceso desgrane	72
4.3.4.14.	Almacenaje	72
4.3.4.15.	Empaque.....	72
4.3.5.	Capacidad de producción del proyecto	74
4.3.6.	Método de riego propuesto	75
4.3.6.1.	Diseño de riego por goteo	76
4.3.6.2.	Bomba de agua eléctrica.....	76
4.3.6.3.	Red de distribución del sistema de riego.	77
4.3.6.4.	Cintas de goteo	78
4.3.6.5.	Equipo de inyección de fertilizantes.....	79
4.3.7.	Producción estimada de granos básicos con método de riego por goteo.	80
4.3.8.	Estimación del costo de inversión	81
4.4.	Estudio ambiental	83

4.4.1.	Identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales	83
4.4.1.1.	Emisiones.....	84
4.4.1.2.	Ruidos y vibraciones	84
4.4.1.3.	Olores.....	84
4.4.1.4.	Aguas residuales	85
4.4.1.5.	Contaminación visual.....	85
4.4.2.	Evaluación del Impacto ambiental.....	85
4.4.3.	Valoración de los impactos ambientales	88
4.4.4.	Plan de gestión ambiental.....	89
4.4.5.	Medidas de mitigación	90
4.5.	Estudio financiero	91
4.5.1.	Análisis de costos	91
4.5.2.	Análisis de ingresos	93
4.5.3.	Supuestos financieros.....	93
4.5.4.	Fuente de financiamiento.....	94
4.5.5.	Cálculo de la tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA)	95
4.5.6.	Flujo neto de fondos	97
4.5.7.	Evaluación financiera por medio de indicadores de rentabilidad	98
4.5.7.1.	Valor Actual Neto de la inversión (VAN)	98
4.5.7.2.	Tasa interna de retorno financiera (TIRF)	100

4.5.7.3.	Relación beneficio costo (B/C).....	100
4.5.7.4.	Índice de rentabilidad (IR).....	101
4.5.7.5.	Periodo de recuperación de la inversión.....	102
4.5.8.	Análisis de escenarios	102
4.5.8.1.	Escenario de sensibilidad aumento de ingresos	103
4.5.8.2.	Escenario de sensibilidad incremento de costos.....	104
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	110
	E GRAFÍA.....	114
	ANEXOS.....	117
	Anexo 1	118
	Anexo 2	120
	Anexo 3	123
	ÍNDICE DE TABLAS.....	125
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	127

RESUMEN

San Miguel Petapa es el municipio más pequeño del departamento de Guatemala, ya que posee una extensión territorial de 24.64 km², se encuentra ubicado al sur del departamento de Guatemala, la mayoría de su población vive en el casco urbano del municipio. La zona agrícola se encuentra ubicada al sur municipio y los principales granos básicos cultivados son el maíz y el frijol, por lo general la cosecha es por asociación de cultivos a través de una producción artesanal, el periodo de producción depende de la estación de lluvia del país.

El objeto de estudio de esta investigación se enfoca en la producción de granos básicos en el Parque Regional Municipal La Cerra, los agricultores que cosechan en este lugar por lo general son personas de escasos recursos que dividen su tiempo efectivo de trabajo en cultivar y realizar otras actividades productivas para cubrir las necesidades básicas de sus familias. La extensión territorial donde cultiva es de aproximadamente 17.5 hectáreas, la productividad y los ingresos obtenidos son bajos debido a la dependencia de la estación de lluvia y a los productos que cosechan, para aprovechar la extensión de tierra los agricultores deberían cosechar cultivos más intensivos y de mayor rentabilidad para mejorar su nivel de vida y el de sus familias.

El problema de investigación del área de desarrollo metodológico plantea la siguiente pregunta: ¿Es viable la implementación del método de riego por gravedad-goteo para los agricultores artesanales de granos básicos en el Parque Regional Municipal La Cerra?

Por lo anterior, se propone evaluar técnica y financieramente la viabilidad de la implementación del método de riego por gravedad-goteo para los agricultores artesanales de granos básicos en el Parque Regional Municipal La Cerra, con el fin de aumentar la productividad del cultivo de granos básicos, lograr un ingreso económico sostenible para los agricultores a través de la comercialización de sus productos, y así aumentar el desarrollo económico y social de las personas objeto de estudio y la comunidad.

El desarrollo de la presente investigación, se realizó con base a la aplicación del método científico, utilizando sus tres fases: indagadora, al realizar la recolección de la información a través de fuentes primarias como las encuestas y entrevistas y secundarias como libros, tesis, revisas y páginas web. La fase demostrativa al realizar los cálculos sobre la producción del proceso actual y la productividad estimada al aplicar el proceso propuesto, por último, la fase la fase expositiva, el análisis financiero del proyecto para evaluar la factibilidad del proyecto propuesto.

Los resultados más importantes y principales conclusiones de la investigación son:

- La situación actual de los agricultores de maíz y frijol en el Parque Regional Municipal La Cerra, son personas de escasos recursos, con un nivel bajo de escolaridad y una edad promedio de 40 a 65 años, los productos que cosechan los utilizan para el auto consumo, el proceso de producción es artesanal y dependen de la estación de lluvia para poder cultivar.
- La implementación del método de riego por gravedad-goteo, permitirá aumentar la producción de los agricultores del área objeto de estudio, con lo cual podrán comercializar sus productos en el mercado, generando un desarrollo económico y social de los agricultores, sus familias y la comunidad.
- La inversión inicial que se requiere para la implementación del método de riego por gravedad-goteo para el cultivo de maíz y frijol asciende a Q. 722, 466.35, que incluye el sistema de bombeo, la red de distribución, las cintas de goteo, el sistema de fertilización y todos los accesorios e insumos necesarios para su instalación, el área abarcar es de 17.5 hectáreas y se concluyó que el proyecto es técnicamente factible debido a que existente los recursos necesarios de agua, electricidad, equipo e insumos para poder desarrollar un proyecto de este tamaño, se recomienda dividir el área a cultivar en tres fases para poder realizar el riego a través de método propuesto, un día a la semana en cada una de las fases por un lapso de tiempo de 6 horas en la época seca del año, así como realizar el riego en la canícula en la época lluviosa del año para evitar que las plantas se estresen y se desarrollen con normalidad.

- La evaluación financiera del proyecto, estableció que el proyecto es financieramente viable, debido a que cumple con todos los criterios de aceptación de los indicadores financieros de rentabilidad, obteniendo un valor actual neto de Q. 44,217.02, una tasa interna de retorno del 27%, la cual sobre pasa la tasa de descuento requerida del proyecto del 23.2%.

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Profesional de Graduación, elaborado en la Maestría de Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está enfocado en los contenidos necesarios para desarrollar la investigación relacionada con el tema del trabajo profesional, el cual está relacionado con una propuesta de implementación del método de riego por gravedad-goteo para la producción de granos básicos en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra en el Municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala, con base científica que permitirá organizar y prever las actividades a desarrollar, así como los esfuerzos que sean necesarios para identificar los datos de relevancia en el estudio.

Entre los diferentes planes y estrategias de gobierno a corto, mediano y largo plazo se encuentra la seguridad alimentaria y nutricional para la población y el desarrollo económico para toda la población por igual, en la actualidad las políticas establecidas por el gobierno de turno, no logran apalejar la problemática alimentaria del país debido a la falta de ejecución, corrupción y voluntad de las entidades gubernamentales. Por lo cual es necesario plantear soluciones factibles, sencillas y realizables para mejorar el nivel de vida de los guatemaltecos.

En la siguiente investigación se plantea un método de riego que permita a los agricultores aumentar la producción de sus cultivos y eliminar la dependencia de la estación de lluvia de la cosecha, con el objetivo de beneficiar y ayudar a satisfacer las necesidades y aumentar el nivel de vida social y económico de la población objeto de estudio.

Para lo cual se establecen los antecedentes de la problemática a borda, con la finalidad de obtener un panorama amplio de objeto de estudio, haciendo énfasis en los aspectos más relevantes de la agricultura a nivel nacional, seguidamente se detalla el sector agrícola en el Municipio de San Miguel Petapa, el capítulo continua con los aspectos relevantes de la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, en el cual se describe la extensión territorial que abarca, la cantidad de agricultores que cultivan por

asociación de productos maíz y frijol, así como el destino de los granos básicos cosechados y por último se especifican algunas tesis realizadas en años anteriores relacionados al sistema de riego propuesto y al Parque Regional Municipal La Cerra.

En el segundo capítulo del trabajo se detalla la teoría que permitirá recopilar, extraer y analizar la información de interés para construir el marco teórico pertinente al problema de investigación, enfocado en la agricultura, los tipos de agricultura, la agricultura artesanal, la producción y tipos de granos básicos en Guatemala, seguidamente se desarrollan los temas enfocados en la propuesta de implementación, para lo cual se desarrollaron los temas del riego y métodos de riego, el método de riego por gravedad goteo, sus ventajas y desventajas.

Por último, en el capítulo se enfoca en los temas relacionados a los proyectos, haciendo énfasis en el proyecto y los tipos de proyectos, el ciclo del proyecto y los diferentes estudios de prefactibilidad los representan los fundamentos para la discusión de resultados.

A continuación, se desarrolla el capítulo número tres el cual se enfoca en la metodología de investigación, la cual incluye la definición del problema, la delimitación del área de interés en espacio, tiempo, universo y contenido, seguidamente se establecen las metas que el proyecto pretende alcanzar a través del planteamiento de los objetivos generales y específicos, así como la justificación donde se exponen las necesidades, razones y propósito de la investigación, y las técnicas de investigación documental y de campo utilizadas.

Luego se expone el capítulo cuatro en el cual se desarrolla la discusión de los resultados de la investigación referente a la propuesta de implementación del método de riego por gravedad-goteo para los agricultores de granos básicos del Parque Regional Municipal La Cerra, como primer punto se categoriza la población objetivo a través de la caracterización de los aspectos productivos y económicos del municipio de San Migue Petapa, así como la recopilación de la información relevante sobre los agricultores de la zona agrícola de La Cerra, a través de encuestas y entrevistas.

Continúa el capítulo de discusión de resultado con el desarrollo del estudio de mercado para evaluar la demanda, oferta y precios del maíz y frijol en el municipio, seguidamente se analizan los aspectos técnicos y de ingeniería del proyecto propuesto mediante el desarrollo del estudio técnico, luego se analizan los aspectos ambientales vinculados al sistema de riego por gravedad-goteo, por medio del estudio de impacto ambiental, por último se realiza la valoración de los flujos netos de fondos que generara el proyecto y el análisis financiero para determinar la viabilidad del proyecto propuesto.

Por último, se detallan las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía consultada para el desarrollo del proyecto.

1. ANTECEDENTES

En el capítulo sobre los antecedentes del tema objeto de investigación, se hace mención a la revisión, análisis y síntesis de estudios relacionados al tema objeto de estudio, así como a las características del municipio de San Miguel Petapa, la zona agrícola del Parque Regional Municipal la Cerra y la propuesta de implementación del método de riego por gravead-goteo.

1.1. Agricultura en Guatemala.

Guatemala contiene un inmenso recurso natural de zonas boscosas y abundantes cuerpos de agua, lo que ha permitido el desarrollo de diferentes actividades agrícolas, en términos socio económicos, la participación del sector agrícola en el Producto Interno Bruto (PIB) equivale a 10.1 %, se estima un crecimiento para el año 2021 de 2.82 %, los productos del sector agrícola son el 70% de los alimentos que llegan a la mesa de los guatemaltecos y ocupa al 38% de la población económicamente activa (Banco de Guatemala, 2020)

Según Mario Fuentes (2002), en el desarrollo de la guía para el manejo agronómico del cultivo de maíz en Guatemala resalta que los principales granos básicos que se cultivan en Guatemala es el maíz, frijol y arroz, estos representan gran parte de la dieta de los hogares guatemalteco. Se estima que el patrón alimentario en Guatemala se basa principalmente en los cereales (el maíz), azúcares y frijol. La adecuación energética de la dieta esta cercana a un 90%, pero muestra deficiencias críticas de grasa, proteínas de origen animal y micronutrientes. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO-, 2016) En consecuencia, estos cultivos son la base de la seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca.

Según la información del Instituto Nacional de Estadística -INE- (2020), el 67.5% del territorio nacional es utilizado o tiene potencial para la producción agropecuaria esto corresponde a 73,541 km². Las estimaciones del uso del suelo del año agrícola 2017-2018, 10.1 % de la superficie está siendo cultivada con maíz, el 1.3 % con frijol y menos el 1 % con arroz.

Según el INE (2020), se estima que la producción anual de maíz sea de 52.1 millones de quintales, 2,51 millones de quintales de frijol y 1.29 millones de quintales de arroz.

1.2. El sector agrícola en San Miguel Petapa.

Según el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) del municipio de San Miguel Petapa (2010), los talleres de mapeo participativo detallan que la actividad agrícola del municipio es de subsistencia, existen varias fincas donde se produce maíz y frijol como la finca El Carmen en la cual se produce maíz y frijol con un volumen de producción del 50% de su extensión territorial. Otro lugar referencial es el Caserío El Cerro donde se produce maíz y frijol de forma asociada con un volumen de 60% de su extensión territorial. (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, 2010)

Según el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) del municipio de San Miguel Petapa (2010), las actividades de agricultura para fines comerciales en pequeña y mediana escala en el municipio de San Miguel Petapa se dan en aldea Playa de Oro, con el cultivo del banano con un volumen de producción local del 100% aproximadamente, con una asociación comercial agrícola independiente.

El Censo Agropecuario (2003), detalla que en el municipio existen 77 fincas que abarcan 68.23 manzanas en el territorio, en donde 72 son de personas individuales, 4 son de sociedad de derecho. En el territorio se cuenta con un área de 49.67 manzanas ocupada por cultivos anuales o temporales, 6.00 manzanas de cultivos permanentes y semi- permanentes, 1.36 manzanas de pastos, no cuentan con superficie de bosques registradas y tiene 11.20 manzanas de otras tierras no clasificadas. (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, 2010).

Según la proyección poblacional del Instituto Nacional de Estadística –INE- (2013), en el año 2013 la población era de 175,331 habitantes, siendo 87,798 hombres y 87,533 mujeres, con una tasa de crecimiento anual de 0.04%. De acuerdo a esta proyección para el año 2014 la población era de 188,172 habitantes. La mayoría de la población oscila entre 1 a 39 años de edad, teniendo un balance entre hombres y mujeres.

Tabla 1*Estimaciones de la Población total del Municipio de San Miguel Petapa.**Cifras en unidades*

Periodo	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Población	169,054	175,331	181,704	188,172	194,733	201,384	208,123	214,950	221,864

Fuentes: Elaboración propia con base en información obtenida de (INE, 2020)

La densidad poblacional corresponde a 2, 578 habitantes por kilómetro cuadrado, todo el municipio es poblado, pero la mayor concentración se encuentra en la cabecera municipal y en Villa Hermosa. En el municipio no existe diversidad de etnias, debido a que es mayoritariamente urbano, solo existe un 6.3% de la población indígena, la mayor parte es cakchiquel.

Según el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) del municipio de San Miguel Petapa (2010), la Población Económicamente Activa es de 45.59%, la tasa de desempleo es de 1.08%, la superficie de uso agrícola del municipio es del 10.47%, la intensidad del uso de la tierra es del 8.03%. La densidad poblacional corresponde a 2,578 habitantes por kilómetro cuadrado, todo el municipio está poblado, pero la mayor concentración se encuentra en la cabecera municipal y en Villa Hermosa.

De acuerdo a las condiciones de vida en el Municipio de San Miguel Petapa, la proporción de la población que vive en pobreza extrema es mínima (0.79%); la pobreza general es del 12%, lo que significa que, de acuerdo a los compromisos de Estado, contenidos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio –ODM- se ha ido disminuyendo la tasa de pobreza extrema en el municipio (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, 2010).

El consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa (2010), establece en el plan de desarrollo del municipio que el empleo es principalmente la industria, debido a las fábricas y empresas industriales textilerías que se encuentran dentro y a los alrededores del municipio, aunque en el área sur se dedican a la agricultura, básicamente en el cultivo de maíz, frijol, café, frutas, repollo, tomate, cebolla, pepino, berros, papa, melón, güisquil, banano y sandia.

Según la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- (2010). La planificación municipal de San Miguel Petapa se divide en tres microrregiones, tomando como criterio la densidad poblacional.

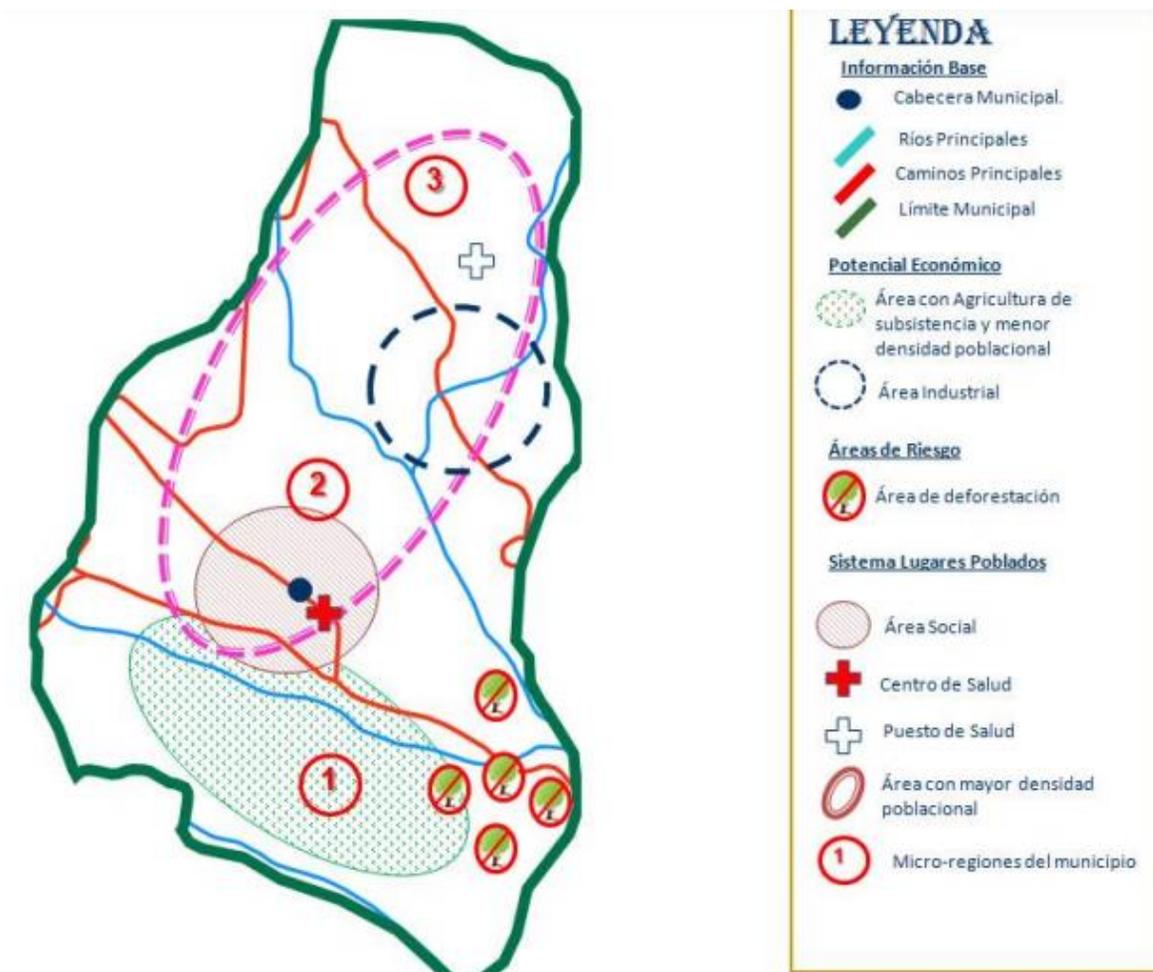


Figura 1 : Micro regiones de Municipio de San Miguel Petapa

Fuente: SEGEPLAN (2010).

- Micro región 1: Denominada rural, se localiza en el sur del municipio, en esta área de encuentra la menor densidad de la población.
- Micro región 2: Denominada central urbana, se caracteriza por el alto número de urbanizaciones que se encuentran en el área, delimitada por el Río Villalobos.

- Micro región 3: Denominada Norte Urbana, en la cual se ubica la mayor parte de los condominios y residenciales del municipio, cuenta con varios centros comerciales, delimitado por el Río Villalobos desde la parte norte.

Según la tesis de grado de Ana Palma (2018), en los últimos años se ha generado un alto porcentaje de desempleo y subempleo, parte de la población joven y adulta desempeña diversos tipos de subempleo; en la mayoría de los casos mal remunerado, tales como: vendedores informales, albañiles, obreros, venta de frutas, verduras, comida en la calle o mercados aledaños, lo que no les permite satisfacer sus necesidades en cuanto a vivienda adecuada, educación, vestuario, recreación y alimentación. Debido a la proximidad del municipio con la capital y las mayores oportunidades de empleo, los pobladores viajan a la ciudad de Guatemala para prestar sus servicios laborales.

1.3. Zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra.

El municipio de San Miguel Petapa está ubicado en el área sur del departamento de Guatemala, y posee varios lugares con potencial de conservación natural y aprovechamiento de los recursos naturales, dentro de estos lugares se encuentra El Parque Regional Municipal “La Cerra”, el cual fue creado en el año 2001, según el sistema nacional de área protegidas -SIGAP- (Palma,2018).

Según la tesis realizada por Ana Palma (2018) el Parque Regional Municipal La Cerra tiene varias rutas de entrada, la principal es por la carretera asfaltada que de Ciudad de Guatemala conecta al Municipio de San Miguel Petapa. Otra vía de acceso es la que conduce de Villa Nueva hacia San Miguel Petapa esta se encuentra pavimentada. También se accede al área, por toda la periferia mediante caminos o veredas peatonales.

Entre los aspectos climatológicos más importantes se detalla que la época lluviosa ocurre entre los meses de mayo a noviembre y la precipitación oscila entre 950 mm a 1,604.50 mm anuales, siendo el promedio anual de 1,150 mm, La temperatura máxima y mínima es de 27 °C y 16 °C, respectivamente; siendo más cálidos los sectores del

Parque Regional Municipal la Cerra, ubicados hacia el sur (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, 2010).

Los suelos que se encuentran en el Parque Regional Municipal La Cerra, según el Mapa de Suelos de Simmons, son de la serie Guatemala y Cauque, aunque abarca los suelos aluviales afuera de la delimitación de La Cerra. Está bien marcado que los suelos de textura franca se ubican hacia el sur. Los suelos arcillosos y francos arcillosos hacia el norte. Esto coincide de igual forma con la existencia de rocas de enorme tamaño y piedras pequeñas muy relacionada con los suelos francos. Las áreas con menor pendiente se ubican al norte y noreste en el cerro de mayor altitud. El subsuelo presenta capas de arena pómez y arena negra. (Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán - AMSA-, 2012)

Según registros de la municipalidad de San Miguel Petapa (2002) el parque es administrado por la municipalidad desde el año 2001. Su extensión territorial es de 216 hectáreas que representa el 7.2% del área del municipio, por su ubicación y tipo de clima se categoriza como una zona de bosque húmedo tropical templado (Palma, 2018).

Según La Municipalidad de San Miguel Petapa (2004) el parque está dividido en tres zonas: la zona boscosa, La zona agrícola y la zona de uso público. El objeto de estudio de esta investigación para el presente trabajo profesional, se centrará en la zona agrícola, los principales granos básicos cultivados son el maíz y frijol. Se realiza una cosecha al año en época de lluvia en los meses de mayo a noviembre.

Según el COMUDE (2010), en la actualidad los campesinos que producen granos básicos en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, es por medio del método artesanal y tradicional, el cual se realiza a través del riego por la precipitación natural del agua, el periodo del cultivo depende de la temporada de lluvia que dura aproximadamente 8.1 meses, en los meses de marzo a diciembre.

Según la Municipalidad de San Miguel Petapa (2008) en el año 2004 se declaró como Parque Regional Municipal La Cerra, en la zona agrícola del parque hay 86 agricultores,

son personas de escasos recursos y que viven en las cercanías tanto de San Miguel Petapa, Santa Inés Petapa y Villa Canales. La producción que obtienen la utilizan para el autoconsumo y en muy pocas ocasiones la ponen a la venta (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa, 2010)

1.4. Temas relacionados con el Trabajo Profesional de Graduación.

En la actualidad existen varias tesis y planes comunitarios que abordan el objeto de estudio y el sistema de riego propuesto en este trabajo profesional de graduación.

La tesis elaborada por Carlos Castañeda (2005), propone la planificación y diseño de un sistema de riego por gravedad-goteo para la aldea Chibibal, San Cristóbal Sija, Quetzaltenango, la cual se enfoca en aspectos técnicos del campo, estudios topográficos, estudio climático, el diseño agronómico y las especificaciones técnicas para el método de riego.

Otro estudio relacionado al sistema de riego es el trabajo de tesis presentado por Hugo Solorzano (2008), en el cual presenta los beneficios de un sistema de riego por goteo para las parcelas de cultivos de hortaliza de la asociación de desarrollo integral de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva, Guatemala. La tesis resalta la importancia del método en la eficiencia de la utilización del agua y el diseño técnico del sistema de riego por goteo.

En relación al Parque Municipal La Cerra la información existente se enfoca en su mayoría a la parte turística y ecología del parque, como e informe de reforestación del parque presentado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- (2021), así como los antecedentes históricos del parque presentados por la Municipalidad de San Migue Petapa (2018), la zona agrícola es poco aborda, únicamente existen informes en las instituciones gubernamentales.

La tesis de grado de Ana Palma (2008), presenta el aporte técnico para la mejora de la administración del Parque Regional Municipal La Cerra, en el Municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala, el estudio tiene información relevante sobre la administración y caracterización física del parque.

2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se describen los fundamentos teóricos que sirvieron de base para la realización de la investigación, se detallan las fuentes de información utilizadas para contextualizar el desarrollo de la propuesta teórica, la cual se divide en dos temas principales, el primero en el desarrollo de la información relacionada a proyectos de inversión y su evaluación; y el segundo tema hace referencia a la propuesta del método de riego por gravedad-goteo.

2.1. Agricultura

En lo referente a la agricultura se puede denotar como una técnica en forma ordenada. No se usa semilla mejorada, no se protege el suelo y su principal característica es que la producción es usada para subsistencia, la calidad del producto es regular y no se invierten más recursos que el trabajo propio. Posee un uso intensivo y extensivo de la tierra. Alrededor del 60% de la tierra cultivada en el mundo se trabaja todavía con métodos tradicionales y de subsistencia, sin embargo, actualmente el agricultor tradicional posee poca tierra (Medina, 1988).

Por lo tanto, la agricultura representa una fuente de trabajo constate para la población a nivel mundial.

2.2. Tipos de agricultura.

Según FAO (1996), el método que se utilice para la implementación y los objetivos, la agricultura se puede planificar:

- Agricultura tradicional: utiliza los sistemas típicos de un lugar, que han configurado la cultura del mismo, en periodos más o menos prolongados. (FAO, 1996)
- Agricultura industrial: basada sobre todo en sistemas intensivos, está enfocada a producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio (pero con mayor desgaste ecológico), dirigida a mover grandes beneficios comerciales. (FAO, 1996)

- Agricultura orgánica: crean diversos sistemas de producción que respeten las características ecológicas de los lugares y geobiológicas de los suelos, procurando respetar las estaciones y las distribuciones naturales de las especies vegetales, fomentando la fertilidad del suelo. (FAO, 1996)
- Agricultura natural: se recogen los productos producidos sin la intervención humana y se consumen. (FAO, 1996)

2.3. Agricultura artesanal

La agricultura artesanal es la simplificación de la estructura del medio ambiente por un número relativamente pequeño de plantas cultivadas, cuya forma más extrema es el monocultivo. El resultado neto es un ecosistema artificial que requiere una constante intervención humana para su operación. Este sistema de agricultura se vale del uso de semillas mejoradas y cultivos intensivos, así como de grandes cantidades de fertilizante y fumigantes químicos. (Medina, 1988).

Por lo tanto, este tipo de agricultura es fundamental para los pequeños campesinos y agricultores, debido a que de ella dependen del sustento diario de su familia y en un número reducido de la producción que se obtienen es puesto a la venta.

2.4. Granos básicos

Según la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de México (2017), los granos básicos son aquellos considerados como los alimentos impredecibles en la dieta diaria por su contenido y aportación de nutriente: maíz, frijol, trigo y arroz.

Actualmente son considerados, los granos básicos, como los alimentos indispensables para garantizar la seguridad alimentaria. (Fernández, 2010).

2.4.1. Tipos de granos básicos

Según El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- (2020), los granos básicos en Guatemala son representados por el frijol, arroz y maíz:

- El maíz, es una especie de gramínea anual, se dice que es originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. En la actualidad es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, e incluso deja atrás al trigo y al arroz. (Deguate.com, 2015)
- El frijol forma parte de la familia de las leguminosas ampliamente distribuidas por todo el mundo; forma parte esencial en la dieta básica de la población en Guatemala, junto con el maíz. Es un producto con mucha importancia socioeconómica tanto por la cantidad de siembra como por la cantidad de consumo. (Deguate.com, 2015)
- El arroz proviene de una planta cereal, es comestible, en forma de grano alargado, de color blanquecino, y dispuesto en una panícula formada por varias espiguillas que crece en el ápice del tallo. (Deguate.com, 2015)

2.5. Riego

Según el autor Julián Pérez (2014), el riego consiste en aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación, o bien para incrementar la producción agrícola al transformar zonas de agricultura de secano en zonas de regadío

El riego como un medio artificial de aplicar agua a la zona radicular de los cultivos de forma que ésta pueda ser utilizada al máximo. (Medina, 1988).

2.6. Métodos de Riego

Los métodos de riego dependen en gran medida de la capacidad económica de los agricultores, del medio ambiente donde se producirá el cultivo y la infraestructura disponible en función del tipo de emisor utilizado y de su colocación se suelen distinguir tres sistemas de aplicación del riego localizado. (Fernández, 2010)

Según Rafael Fernández (2010), el sistema de método que se utilice depende en gran medida de los aspectos geográfico del lugar donde se realice la actividad y la situación económica de los agricultores, los métodos más conocidos y utilizados son:

- Por goteo
- Por tuberías emisoras
- Por microaspersión y micro difusión

2.7. Método de riego por gravedad-goteo

El riego por goteo es llamado también riego localizado y que es la forma de aplicar agua gota a gota a la zona radicular de los cultivos sin necesidad de mojar toda la superficie del suelo. (Fuentes Yagüe & Cruz Roche, 1990).

Además, este tipo de proceso es productivamente beneficioso para el medio ambiente debido a que aumenta la eficiencia de la utilización del agua, un bien primario que muchas regiones del planeta son escasas y permite cultivar en ambientes con una alta probabilidad de sequías.

2.7.1. Características del riego por gravedad-goteo

Este método de riego facilita un ahorro importante de agua con respecto a otros (superficie y aspersión). El mayor o menor ahorro se fundamenta en general. (Fernández, 2010)

Según Rafael Fernández (2010) las características principales de un sistema de riego por gravedad-goteo, son las siguientes:

- La posibilidad de controlar fácilmente la lámina de agua aplicada.
- La reducción, en la mayoría de los casos, de la evaporación directa.
- La ausencia de escorrentía.
- El aumento de uniformidad de aplicación, al reducir la filtración profunda o percolación.

2.7.2. Ventajas del riego por gravedad-goteo

En tanto el riego por gravedad tiene una amplia gama de ventajas sobre otros métodos, debido a que permite poder cultivar en cualquier tipo de terreno, la calidad el agua

puede ser de baja calidad, la eficiencia de la utilización del agua y el aumento de la productividad. (Medina, 1988)

Según José Medina (1988), el riego por goteo presenta varias ventajas sobre los métodos tradicionales de irrigación, entre las cuales se pueden mencionar:

- Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno, por accidentados o pobres que sean. La pendiente del terreno no es un obstáculo, por la regulación de caudales que puede conseguirse.
- Uso de aguas de mala calidad, se pueden usar aguas que según las normas internacionales de calidad no son aptas para riego; esto gracias a que con el riego por goteo la tensión matricial debida a las fuerzas entre las partículas del suelo es muy pequeña lo que permite que la tensión osmótica debida a las sales del suelo sea mayor y por tanto se pueden utilizar aguas e incluso suelos salinos potenciales. Ya que la tensión total que puede soportar una planta es la suma de la tensión osmótica y la tensión matricial.
- Aumento de producción, adelantamiento de cosechas y mejor calidad de los frutos como consecuencia de que la planta satisface sus necesidades hídricas todo el tiempo.
- Permite realizar simultáneamente con el riego otras labores culturales pues al haber zonas secas no existe dificultad para desplazarse sobre el terreno.
- Se puede incluir aplicación de fertilizantes y pesticidas al mismo tiempo que proporciona la irrigación.

2.7.3. Desventajas del riego por gravedad-goteo

Sin embargo, la principal desventaja de este tipo de método es factor económico debido a que es un método de alto costo y la infraestructura es delicada debido a que es un sistema de precisión que por cualquier tipo de contaminación y materiales solidos que trae el agua existe la posibilidad de obstrucción del sistema de riego. (Medina, 1988)

Según José Medina (1988), los inconvenientes del riego por goteo son muy pocos en comparación a las ventajas que este presenta, a continuación, se detallan algunos inconvenientes del método:

- Costo, es un sistema caro, por lo que existe una limitación de tipo económico en su aplicación a los cultivos, ya que hay cultivos que no son lo suficientemente rentables como para justificar la inversión que el goteo supone.
- Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua y que en ocasiones pueden causar daños a la instalación o al cultivo.
- Se requiere una mayor preparación de los operarios del sistema para su uso correcto.

2.8. Proyecto

Existen diversas definiciones de proyecto, debido al enfoque del estudio se define un proyecto de inversión como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana (Sapag & Sapag, 2014).

Un proyecto de inversión se define como un Plan al que, si se le asigna un determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o servicio, útil al ser humano o sociedad en general (Baca, 2010).

Por lo tanto, un proyecto se puede definir como la planificación de diversas actividades, a las cuales se les debe asignar recursos con el fin de buscar diferentes alternativas de solución para un problema planteado.

2.9. Tipos proyecto

Según el autor Abraham Hernández (2005), los proyectos se pueden clasificarse de la siguiente manera:

2.9.1.1. De acuerdo al sector pueden ser:

- a. Agropecuarios: Son los que se ubican en el sector primario y que al explotarlos no se efectúa ninguna transformación, son, por ejemplo:
 - Piscícolas: Los que se encargan a la cría y engorda de cerdos.
 - Caprinos: Aquellos que se dedican a la cría y engorda de cabras.
 - Frutícolas: Los que se dedican a la explotación de frutales.
- b. Industriales: Son los que se ubican en el sector secundario, el sector industrial. Su principal característica es la transformación de productos.
- c. De servicios: Son los que se ubican en el sector terciario y pueden ser de:
 - Educación
 - Carreteros
 - Hidráulicos

Según lo antes mencionado existen diferentes formas de clasificar un proyecto, para lo cual es importante considerar la problemática que el proyecto pretende solucionar, con el fin de enfocar el proyecto según las necesidades para la solución del problema.

2.9.1.2. De acuerdo a su naturaleza:

Dependientes: Son dos o más proyectos relacionados, que al ser aprobado uno los demás también se aceptan (Hernández, 2005).

Independientes: Son dos o más proyectos que son analizados y son aprobados o rechazados de forma individual, sin que la decisión incida en los demás.

Mutuamente excluyentes: Son aquellos que tienen la misma función y en consecuencia compiten entre sí. La aceptación de uno u otro elimina todos los demás proyectos para una posterior consideración (Hernández, 2005).

2.9.1.3. Bienes y Servicios

Bienes: Comprenden los proyectos de la industria manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos extractivos de la pesca, de la agricultura y de la actividad pecuaria (Hernández, 2005).

Servicios: Se caracterizan porque no producen bienes materiales. Prestan servicios de carácter personal, material o técnico, ya sea mediante el ejercicio profesional individual o a través de instituciones. Dentro de esta categoría se incluyen los proyectos de investigación tecnológica o científica, de comercialización de los productos de otras actividades y de servicios sociales, no incluidos en los proyectos de infraestructura social (Hernández, 2005).

Los proyectos de inversión se pueden tipificar de muchas formas distintas: de acuerdo con su dependencia, con la finalidad de la inversión o con la finalidad del estudio del proyecto (Sapag & Sapag, 2014).

2.10. Ciclo del proyecto

Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2002), el ciclo de vida de un proyecto está compuesto por tres fases: pre inversión, inversión y operación, implica el seguimiento desde la transformación de una idea de inversión hasta que entra en operación. Esto implica un flujo permanente de información con distintos grados de elaboración a medida que se vaya avanzando en el proceso.

Las fases en la vida de un proyecto de inversión son:

- Pre inversión. Estudio de viabilidad económica de las diversas opciones de solución identificadas para cada una de las ideas de proyecto (Sapag & Sapag, 2014).
- Idea. Está asociada a la identificación del problema, y consiste en puntualizar la necesidad insatisfecha o problema por resolver, su localización geográfica, la identificación de los beneficios esperados, los objetivos, el sector de la economía y la institución que lo identifica (Segeplan, 2002).

- Perfil. Es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertinencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requerida y de la inversión total que se necesitara, así como los costos operativos anuales, y, en caso de proyectos destinados a la generación de ingresos, el ingreso anual (FAO, 2005).
- Prefactibilidad. En esta etapa se precisa con mayor detalle la información proveniente del nivel anterior y se incorporan datos adicionales para descartar ciertas alternativas y perfeccionar las restantes. Para cada una de las alternativas se hará evaluaciones económicas y técnicas, con el propósito de identificar aquellas que resultan o presentan la mayor rentabilidad económica social y descartar las restantes (Segeplan, 2002).
- Factibilidad. Es la clasificación del potencial éxito del proyecto, la posibilidad de que la realización de un producto haya sido aprobada y se obtengas los resultados esperados. Es el análisis de una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo. Además, determina si dicho negocio contribuye con la conservación, protección o restauración de os recursos naturales y ambientales (Luna, 2001).
- Diseños finales. Comprende la elaboración de diseños finales de arquitectura e ingeniería, la definición de aspectos administrativos, legales e institucionales, la inscripción de terrenos, la definición final detallada de todos los costos del proyecto (Segeplan, 2002).
- Inversión. La fase de inversión comprende la etapa de Ejecución, la cual involucra el desarrollo de todas las acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto tal y como fue especificado y dimensionado en la pre inversión. Aquí se realizan las obras físicas, se adquiere e instala el equipo, se capacita al personal y se establece la supervisión del proyecto. En esta última actividad se pretende vigilar su desarrollo y recomendar las medidas administrativas o cambios que sean necesarios cuando no se esté ejecutando el proyecto de acuerdo a lo programado (Segeplan, 2002).
- Operación. Es la última fase del proyecto, en ésta se generan los bienes y servicios para los cuales fue ejecutado. Es importante indicar que, al iniciar

esta fase, se debe disponer de los recursos de funcionamiento necesarios para una eficiente operación del mismo, ya que, sin ellos, no generará los beneficios esperados (Segeplan, 2002).

El ciclo del proyecto se puede definir como las diferentes fases o etapas que el proyecto debe ir cumpliendo con el objetivo de lograr la solución óptima a la problemática planteada, es de suma importancia que cada fase del proyecto logre cumplir las metas planteadas, ya que sin el cumplimiento de las misma no es factible continuar con la siguiente etapa del proyecto.

2.11. Estudio de mercado

Para Kotler, Bloom y Hayes (2004), el estudio de mercado consiste en reunir, planificar, analizar y comunicar de manera sistemática los datos relevantes para la situación de mercado específica que afronta una organización.

Otro concepto de estudio de mercado lo define como la primera parte de la investigación formal del estudio, las actividades básicas es la determinación y cuantificación de la oferta y la demanda, el análisis de precios y el estudio de la comercialización (Baca, 2010).

El estudio de mercado es parte fundamental para el desarrollo de un proyecto, debido a que permite determinar si existe un mercado potencial para el producto o servicio que el proyecto generara, así como la posible competencia existente en el mercado y los precios actuales a los que el mercado adquiere los productos o servicios, esto permitirá al investigador tener un amplio panorama de la situación actual en la que se deberá desarrollar el proyecto.

2.11.1. Tipos de estudio de mercado

Según Geoffrey de Randall (2003), los estudios de mercado pueden ser de dos tipos: cualitativos y cuantitativos.

Estudios cualitativos: Se suelen usar al principio del proyecto, cuando se sabe muy poco sobre el tema. Se utilizan entrevistas individuales y detalladas o debates con

grupos pequeños para analizar los puntos de vista y la actitud de la gente de forma un tanto desestructurada, permitiendo que los encuestados hablen por sí mismos con sus propias palabras. Los datos resultantes de los métodos cualitativos pueden ser muy ricos y fascinantes, y deben servir como hipótesis para iniciar nuevas investigaciones (De Randall, 2003).

Los estudios cualitativos son de naturaleza exploratoria y no se puede proyectar a una población más amplia (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004).

Estudios cuantitativos: Intentan medir, numerar. Gran parte de los estudios son de este tipo: cuánta gente compra esta marca, con qué frecuencia, dónde, etcétera. Incluso los estudios sobre la actitud y la motivación alcanzan una fase cuantitativa cuando se investiga cuánta gente asume cierta actitud (De Randall, 2003).

Los estudios cuantitativos se basan generalmente en una muestra al azar y se puede proyectar a una población más amplia (las encuestas) (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004).

2.11.2. Proceso para implementación de un estudio de mercado

Según Kotler, Bloom y Hayes (2004), un proyecto eficaz de estudio de mercado tiene cuatro etapas básicas.

- a. Establecimiento de los objetivos del estudio y definición del problema que se intenta abordar: El primer paso en el estudio es establecer sus objetivos y definir el problema que se intenta abordar (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004).
- b. Realización de investigación exploratoria: Antes de llevar a cabo un estudio formal, los investigadores a menudo analizan los datos secundarios, observan las conductas y entrevistan informalmente a los grupos para comprender mejor la situación actual (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004).
- c. Búsqueda de información primaria (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004), Se suele realizar de las siguientes maneras:
 - Investigación basada en la observación
 - Entrevistas cualitativas

- Entrevista grupal
 - Investigación basada en encuestas
 - Investigación experimental
- d. Análisis de los datos y presentación del informe: La etapa final en el proceso de estudio de mercado es desarrollar una información y conclusión significativas para presentar al responsable de las decisiones que solicitó el estudio (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004).

2.12. Estudio técnico

Según el autor Román Rosales (2005), un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita.

En el estudio técnico se debe contemplar los aspectos técnicos operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un bien o servicio deseado y en el cual se analizan la determinación del tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y organización (Espinoza, 2007).

El estudio técnico caracteriza la localización y tamaño del proyecto, así como la tecnología necesaria para el desarrollo del proceso de los productos o servicios que el proyecto realizara, también se detallan los insumos necesarios para la producción de bienes o la prestación de servicios, este estudio es de suma importancia debido a que detalla mediante mapas, flujos de procesos, imágenes y cuadro cómo será la operación del proyecto.

2.12.1. Componentes del estudio técnico

Diferentes autores proponen de distinta manera los componentes esenciales que conforman el estudio técnico de un proyecto de inversión. A continuación, se detalla la estructura básica de la que está compuesto un estudio técnico (Baca, 2010):

- a. Localización del proyecto: la localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos Identificación y descripción del proceso Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto rentabilidad sobre capital o a obtener el costo unitario mínimo. El objetivo general de este punto es, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta. En la localización óptima del proyecto se encuentran dos aspectos: la Macro localización (ubicación del mercado de consumo; las fuentes de materias primas y la mano de obra disponible) y la Micro localización (cercanía con el mercado consumidor, infraestructura y servicios). (Baca, 2010)
- b. Determinación del tamaño óptimo de la planta: se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año. Existen otros indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. (Baca, 2010)
- c. Ingeniería del proyecto: su objetivo es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta, desde la descripción del proceso, adquisición del equipo y la maquinaria, se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura jurídica y de organización que habrá de tener la planta productiva. En síntesis, resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. (Baca, 2010)

- d. Organización de la organización humana y jurídica: una vez que el investigador haya hecho la elección más conveniente sobre la estructura de organización inicial, procederá a elaborar un organigrama de jerarquización vertical simple, para mostrar cómo quedarán, a su juicio, los puestos y jerarquías dentro de la empresa. Además, la empresa, en caso de no estar constituida legalmente, deberá conformarse de acuerdo al interés de los socios, respetando el marco legal vigente en sus diferentes ámbitos: fiscal, sanitario, civil, ambiental, social, laboral y municipal. (Baca, 2010)

Por su parte, Sapag & Sapag (2008) detallan la estructura del estudio técnico en la evaluación de proyectos de la siguiente manera:

- a. Proceso de producción: el proceso de producción se define como la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación óptima de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, entre otros.) Se define también como un conjunto secuencial de operaciones unitarias aplicadas a la transformación de materias primas en productos aptos para el consumo, es decir, es el conjunto de equipos que realizan todas las operaciones unitarias necesarias para conseguir dicha transformación. (Sapag, 2008)
- b. Capacidad de producción: máximo nivel de producción que puede ofrecer una estructura económica determinada: desde una nación hasta una empresa, una máquina o una persona. La capacidad de producción indica qué dimensión debe adoptar la estructura económica, pues si la capacidad es mucho mayor que la producción real estaremos desperdiciando recursos. Lo ideal es que la estructura permita tener una capacidad productiva flexible (minimizando costos fijos e incrementando los variables), que nos permita adaptarnos a variaciones de los niveles de producción. Esto se puede conseguir con herramientas como la subcontratación. (Sapag, 2008)
- c. Inversiones en equipamiento: por inversión en equipamiento se entenderán todas las inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa

creada por el proyecto. En este caso estamos hablando de maquinaria, herramientas, vehículos, mobiliario y equipos en general. (Sapag, 2008)

- d. Localización: la actividad industrial se desarrolla habitualmente dentro de una planta industrial. La fase de localización persigue determinar la ubicación más adecuada teniendo en cuenta la situación de los puntos de venta o mercados de consumidores, puntos de abastecimiento para el suministro de materias primas o productos intermedios, la interacción con otras posibles plantas, etc. En el caso de una construcción nueva, el sitio puede estar impuesto desde el principio del proyecto (es una constante) o depende de los primeros estudios técnicos (es una variable). En cualquier caso, la elección del sitio debe efectuarse lo más tarde después de la fase de validación del anteproyecto. (Sapag, 2008)
- e. Distribución de planta: la producción es el resultado de hombres, materiales y maquinaria, que deben constituir un sistema ordenado que permita la maximización de beneficios, pero dicha interacción debe tener un soporte físico donde poder realizarse. La distribución en planta es el fundamento de la industria, determina la eficiencia, y en algunos casos, la supervivencia de una empresa. Así, un equipo costoso, un máximo de ventas y un producto bien diseñado, pueden ser sacrificados por una deficiente distribución de planta. La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores, como todas las otras actividades o servicios, incluido mantenimiento. (Sapag, 2008)
- f. Inversión en obras físicas: en relación con las obras físicas, las inversiones incluyen desde la construcción o remodelación de edificios, oficinas o salas de venta, hasta la construcción de caminos, cercos o estacionamientos. Para cuantificar estas inversiones es posible utilizar estimaciones aproximadas de costos (por ejemplo, el costo del metro cuadrado de construcción) si el estudio se hace en nivel de perfectibilidad. Sin embargo, en nivel de factibilidad la información debe perfeccionarse mediante estudios complementarios de

ingeniería que permitan una apreciación exacta de las necesidades de recursos financieros en las inversiones del proyecto. (Sapag, 2008)

- g. Cálculo de costos de producción: se refiere a las erogaciones o gastos en que se incurre para producir un bien o un servicio, en donde se incluyen los siguientes costos:
- Costos directos de producción: materias primas, mano de obra directa.
 - Costos indirectos: depreciación, mano de obra indirecta, insumos o materiales menores. (Sapag, 2008)

Como se puede observar en lo antes mencionado por los diferentes autores los principales componentes del estudio técnico son la localización, la importancia de este componente radica en mapear donde estará ubicado el proyecto, las vías de acceso, rutas de distribución y cercanías de los proveedores, con el fin de determinar que la ubicación de las instalaciones es óptima para el proyecto.

El tamaño del proyecto hace referencia a la capacidad instalada del proyecto, en la cual se determina la cantidad de productos a fabricar o servicios a prestar según un periodo de tiempo estimado, otro componente importante es la determinación de la inversión inicial y los costos necesarios para el funcionamiento del proyecto.

2.13. Estudio administrativo y legal

El análisis administrativo y legal de un proyecto implica determinar cómo se planificará y controlará todos los recursos con los que contará el proyecto, así como establecer las actividades que se llevarán a cabo para cumplir las disposiciones legales y tributarias.

En el estudio organizacional se define el marco formal, el sistema de comunicación y los niveles de responsabilidad y autoridad de la organización, necesaria para la puesta en marcha y ejecución del proyecto. Incluye organigramas, descripción de cargos y funciones y los gastos administrativos necesarios para el posterior estudio económico y financiero. (Hernández, 2005)

El estudio legal analiza la legislación tributaria, los diferentes tipos de sociedad (de responsabilidad limitada, sociedad anónima, sociedad en comandita, etc.) y cuál es la más adecuada para llevar a cabo el proyecto y cuál es la normativa que debe cumplir el negocio acorde al giro de la misma. También toma en cuenta la legislación laboral y su impacto a nivel de sistemas de contratación, prestaciones sociales y demás obligaciones laborales. (Miranda, 2005)

En el estudio administrativo se define la estructura organizacional necesaria para el funcionamiento del proyecto, en el cual se definen los roles y funciones de los puestos de trabajo, así como las responsabilidades asignadas a cada puesto, las líneas de comunicación y autoridad, en este estudio también se determinan los costos y gastos administrativos.

El estudio legal es fundamental para la operación del proyecto, ya que se contextualiza la normativa a la que se debe apegar el proyecto, importante resaltar el tema tributario y la legislación laboral del país donde el proyecto se desarrolle.

2.14. Estudio de impacto ambiental

Según José Gutiérrez (2009), el estudio de impacto ambiental son mecanismos preventivos de impacto ambiental. Es el estudio sistemático y reproducible, que determinan el posible nivel de impactos en el ambiente que ocasionaría un determinado proceso o actividad.

El estudio de impacto ambiental es un documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. Es elaborado por parte del promotor y en él se especifica la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente. Su principal objetivo no es otro que adoptar las decisiones más adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos. (Eurofins, 2020)

2.14.1. Impacto ambiental

Según Claudio Zaror (2002), El impacto ambiental como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por acciones humanas (labores mineras) o actividad en un área determinada. Este autor, opina que los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o no deseados. En el presente trabajo se hará referencia a impacto ambiental en su connotación negativa, pues son éstos los que deben ser minimizados en un proyecto.

Impacto Ambiental como efectos positivos o negativos que se producen en el medio ambiente como consecuencia de acciones antrópicas. (Rodriguez, 2004)

2.14.2. Medio ambiente

El autor Claudio Zaror (2002), afirma que el medio ambiente es un sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanentes modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

Este autor, opina que el medio ambiente es el sistema de factores físicos y bióticos con los que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades.

- Factores físicos: son sistemas constituidos por elementos y procesos del ambiente físico. Se incluye un medio físico constituido por la atmósfera, agua, suelo, procesos geológicos (inestabilidades de taludes, erosión del suelo, inundaciones, sedimentación, sismicidad, paisaje, otros). (Rodriguez, 2004)
- Factores bióticos: Sistema constituido por elementos y procesos del ambiente natural. Se consideran en este medio los obreros de la minería, familias próximas al sitio de estudio, fauna y flora. (Rodriguez, 2004)

2.15. Estudio financiero

De acuerdo con David Ramírez (2000), el estudio financiero considera la información de los estudios de mercado y técnico para obtener los flujos de efectivo positivos y negativos a lo largo del horizonte de planeación, el monto de la inversión fija y flexible, las formas de financiamiento para la operación y la evaluación para conocer la utilidad y la calidad de la inversión del proyecto.

Este estudio en especial, comprende el monto de los recursos económicos necesarios que implica la realización del proyecto previo a su puesta en marcha, así como la determinación del costo total requerido en su periodo de operación. (Espinoza, 2007)

Según el autor Saul Espinoza (2007), los objetivos del estudio financiero son los siguientes:

- Realizar un estudio que evidencie la rentabilidad económica del proyecto a través de métodos de evaluación financiera que consideren el cambio en el valor del dinero a lo largo del tiempo. (Espinoza, 2007)
- Elaborar los estados de resultados y balances generales proyectados, desde el año uno hasta el horizonte del proyecto. (Espinoza, 2007)
- Calcular las razones de rentabilidad económica y financiera esperadas para el proyecto. (Espinoza, 2007)
- Establecer la relación beneficio costo esperada para cada año del proyecto. (Espinoza, 2007)

2.15.1. Criterios de evaluación de proyectos

Para la evaluación de un proyecto de inversión según Martin Tiberti (2015), se deben utilizar herramientas o procedimiento denominados criterios de evaluación de proyectos, los cuales comparan los beneficios netos proyectados con la inversión inicial a través de distintos instrumentos, para determinar si el proyecto es financieramente rentable, cada

criterio tiene una regla de decisión con el fin de justificar o no una determinada inversión.

2.15.1.1. Valor Actual neto (VAN)

Según el autor Ross Westerfield (2012), el VAN es la diferencia entre el valor del mercado y su costo, una inversión debería ser aceptada si su VAN es positivo y debería ser rechazada en caso de ser negativo.

Este criterio también se define como el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos, mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar la inversión. Para el, calculo el valor actual de todos los fondos futuros de caja proyectada a partir del primer periodo de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero (Sapag & Sapag, 2014).

Como ejemplo se tomó el ejercicio explicado por María Granel (2021). En el cual se supone que ofrecen una inversión en la que se debe invertir 1 millón de pesos y prometen que tras esa inversión se recibirán 150.000 pesos el primer año; 250.000 pesos el segundo año; 400.000, el tercero; y 500.000, el cuarto año. Suponiendo que la tasa de descuento es del 3% anual, ¿cuál será el valor presente neto o VAN de la inversión?

$$\text{VAN} = \frac{150,000}{(1+0.03)} + \frac{250,000}{(1+0.03)^2} + \frac{400,000}{(1+0.03)^3} + \frac{500,000}{(1+0.03)^4} = \mathbf{191,580.23}$$

Como se observa el valor presente neto de la inversión en este momento es de 191.580 pesos. Al ser un VAN positivo, es conveniente realizar la inversión.

2.15.1.2. Tasa interna de retorno financiera (TIRF)

El autor Ross Westerfield (2012), indica que la TIRF de una inversión es el rendimiento requerido que da como resultado un VAN de cero cuando se usa como tasa de

descuento. La regla de la TIR, una inversión es aceptable si la TIR es superior al rendimiento requerido, caso contrario debe ser rechazado el proyecto.

Para ejemplificar el cálculo de la tasa interna de retorno financiera se tomo como base el ejemplo publicado en Economipedia (2021), en el cual se supone que ofrecen un proyecto de inversión en el cual se debe invertir 5.000 euros y prometen que tras esa inversión se recibirá 2.000 euros el primer año y 4.000 euros el segundo año. Por lo que los flujos de caja serían -5000/2000/4000

Para calcular la TIR primero se debe igualar el VAN a cero (igualando el total de los flujos de caja a cero):

$$\text{VAN} = -5,000 + \frac{2,000}{1+r} + \frac{4,000}{(1+r)^2} = \mathbf{0 \text{ euros}}$$

Cuando se tienen los tres flujos de caja (el inicial y dos más) como en este caso se tienen una ecuación de segundo grado:

$$-5000(1+r)^2 + 2000(1+r) + 4000 = 0.$$

La “r” es la incógnita a resolver. Es decir, la TIR. Esta ecuación la podemos resolver y resulta que la r es igual a 0,12, es decir una rentabilidad o tasa interna de retorno del 12%.

2.15.1.3. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Según el análisis del profesor Enrique Cruz (2019), el periodo de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuanto tiempo se recuperara el total de la inversión a valor presente. Puede revelar con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual sera cubierta la inversión inicial.

Este criterio indica el periodo que se requiere para que una inversión genere flujos de efectivos suficientes para recuperar su costo inicial (Westerfield, 2012).

Para ejemplificar este indicador se tomó como ejemplo el Caso Newco de Lifeder (2021). En el cual se supone que la empresa Newco está decidiendo entre dos máquinas (Máquina A y Máquina B) para agregar capacidad de producción a su planta existente. La compañía estima que los flujos de efectivo para cada máquina son los siguientes:

Año	Maquina A	Maquina B
0	\$ -5,000.00	\$ -2,000.00
1	\$ 500.00	\$ 500.00
2	\$ 1,000.00	\$ 1,500.00
3	\$ 1,000.00	\$ 1,500.00
4	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
5	\$ 2,500.00	\$ 1,500.00

Se calcula el período de recuperación de la inversión de las dos máquinas, utilizando los flujos de efectivo anteriores y decidir cuál nueva máquina debe aceptar Newco. Se supone que el período de recuperación máximo que establece la compañía es de cinco años. Primero, sería útil determinar el flujo de efectivo acumulado para el proyecto de cada máquina. Esto se hace en la siguiente tabla:

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de efectivo - Maquina A-	\$-5,000	\$ 500	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,500	\$2,500
Flujo de efectivo acumulado	\$-5,000	\$-4,500	\$-3,500	\$-2,500	\$-1,000	\$1,500
Flujo de efectivo - Maquina B-	\$-2,000	\$ 500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$1,500
Flujo de efectivo acumulado	\$-2,000	\$-1,500	\$ -	\$ 1,500	\$ 3,000	\$4,500

Período de recuperación para la Máquina A = $4 + 1.000 / 2.500 = 4,4$ años.

Período de amortización para la Máquina B = $2 + 0 / 1.500 = 2,0$ años.

Ambas máquinas cumplen con el período máximo permitido por la empresa de cinco años para recuperar la inversión. Sin embargo, la máquina B tiene el período de recuperación más corto y es el proyecto que Newco debería aceptar.

2.15.1.4. Índice de rentabilidad (IR)

Según Ross Westerfield (2012), el índice de rentabilidad se define como el valor presente de los flujos de efectivo dividido por la inversión inicial, la regla del indicador, establece que se debe emprender una inversión cuando este es superior a 1, ya que este índice mide el valor presente de una inversión por cada peso invertido.

Con el fin de ejemplificar el indicador se tomó como base el caso práctico presentado por Wolters Kluwer (2021). Una empresa puede realizar dos proyectos inversión de los que se conocen los siguientes datos: La inversión “X” requiere un desembolso inicial de 140 millones de euros, generando unos flujos de caja anuales (también en millones de euros) de 30 en el primer año, 56 en el segundo y 150 en el tercero. Por su parte, la inversión “Y” también requiere un desembolso inicial de 140 millones de euros, pero genera unos flujos de caja anuales (en millones de euros) de 40 en el primer año, 50 en el segundo y 135 en el tercero. Si la rentabilidad que exige la empresa a sus inversiones es del 12 %, se pide determinar, en función del índice de rentabilidad, si las inversiones son efectuales y cuál de las dos es preferible.

Solución:

El índice de rentabilidad de “X” se calcula de la siguiente forma:

$$IR_x = \frac{\frac{30}{(1+0.12)} + \frac{56}{(1+0.12)^2} + \frac{150}{(1+0.12)^3}}{140} = 1.27$$

El índice de rentabilidad de “Y” se calcula de la siguiente forma:

$$IR_y = \frac{\frac{40}{(1+0.12)} + \frac{50}{(1+0.12)^2} + \frac{135}{(1+0.12)^3}}{140} = 1.22$$

Por tanto, ambas inversiones son efectuales ya que generan más de un euro (actualizado) por cada euro invertido. Concretamente la inversión “X” genera 1,27 euros y la “Y” 1,22. En cuanto a la elección entre ambas inversiones es preferible la “X”, ya que genera más euros por cada unidad monetaria invertida.

2.15.2. Análisis de sensibilidad

Según Enrique Rus (2020), El análisis de sensibilidad es una técnica que estudia el impacto que tienen sobre una variable dependiente de un modelo financiero las variaciones en una de las variables independientes que lo conforman.

El análisis de sensibilidad ilustra como varia el valor de un proyecto ante cambios en algunas de sus variables claves, manteniendo el valor de las demas constantes, este analisis se hace una variable a la vez y supone independencia entre las distintas variables que influyen en el valor de un proyecto (Reyes, 2018).

3. METODOLOGÍA

El siguiente capítulo se enfoca en la metodología de investigación, que expone en detalle el problema de investigación relacionado a la falta de un sistema de riego eficiente y eficaz para la producción de granos básico en el Parque Regional Municipal la Cerra, en el Municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

El contenido del capítulo, incluye: La definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; método científico; y, las técnicas de investigación documental y de campo, utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1. Definición del problema

El problema de investigación analizado en el presente trabajo profesional para en la zona agrícola del Parque Regional Municipal la Cerra, en el municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, es abordado desde los bajos niveles de producción de granos básicos, especialmente maíz y frijol, obtenida por los agricultores que se localizan en el área del parque, lo cual los obliga a recurrir a la utilización de prácticas de cultivo tradicional y estacionales, debido especialmente a la escasez del recurso hídrico y a la falta de infraestructura de riego.

La limitación e incertidumbre de cosechar granos básicos a través de la agricultura tradicional y estacional, genera alta vulnerabilidad en la producción de granos básicos, que son principalmente para autoconsumo. Esta actividad productiva demanda todos los recursos del agricultor y únicamente alcanza para satisfacer las necesidades básicas de su familia, limitando la capacidad de invertir en el desarrollo económico, para la calidad de vida de las familias involucradas.

Para determinar la definición del problema se esquematizo un árbol de problemas:



Figura 2: Árbol de problemas para la implementación de método de riego por gravedad-goteo para los agricultores de granos básicos en el parque Regional Municipal La Cerra, San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala.

Fuente: Elaboración propia.

Para abordar el problema de investigación se plantea la siguiente pregunta general de investigación: ¿Es factible la implementación del método de riego por gravedad-goteo por parte de agricultores artesanales de granos básicos en el Parque Regional Municipal La Cerra?

La propuesta de solución planteada al problema consiste en la presentación teórica referentes a: implementación del método de riego por gravedad-goteo, para los agricultores artesanales de granos básicos, en el Parque Regional Municipal La Cerra, Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. Esto permitirá a los agricultores del área aumentar la cantidad de cosechas al año, con lo cual podrán comercializar sus productos en el mercado y lograr un desarrollo económico y social.

3.2. Delimitación del problema:

La investigación se realizó con agricultores artesanales en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, que se dedican a la producción de granos básicos (maíz y frijol), considerando la posibilidad de cultivar durante todo el año.

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis fue el método de riego por gravedad-goteo para los agricultores artesanales de granos básicos en el Parque Regional Municipal la Cerra.

3.4. Período a investigar

Periodo histórico 2020 a 2021

3.5. Ámbito geográfico

Parque Regional Municipal La Cerra Municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

3.6. Objetivos

Para el desarrollo del presente trabajo profesional de graduación, se plantearon los objetivos siguientes:

3.6.1. Objetivo general

Evaluar una propuesta para la implementación del método de riego por gravedad-goteo, para los agricultores artesanales de granos básicos, localizado en el Parque Regional Municipal La Cerra, Municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

3.6.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la población meta y las prácticas agrícolas utilizadas por los agricultores en el área de influencia del proyecto, a través del uso de la encuesta y entrevista.
2. Realizar un estudio de mercado para los granos básicos en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, a través de investigación documental, encuestas y entrevistas con los productores involucrados.
3. Elaborar una propuesta técnica para la implementación de un sistema de riego por gravedad-goteo para los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra, a través del estudio técnico del proyecto.

4. Analizar los aspectos socio ambientales vinculados al sistema de riego por gravedad-goteo en zona agrícola del parque Regional Municipal La Cerra, por medio de la elaboración de un estudio de impacto ambiental.
5. Elaborar una evaluación financiera para medir la factibilidad del método de riego propuesto.

3.7. Justificación

La presente investigación del Trabajo Profesional de Graduación, radica en atender la problemática que afrontan los productores agrícolas de granos básicos localizados en el Parque Regional Municipal la Cerra del municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, relacionado con el bajo nivel de producción agrícola del área, para lo cual se busca contribuir a mejorar significativamente esos niveles, para lo cual se pretende utilizar el mismo espacio, insumos y mano de obra de los agricultores, para lo cual se propone la implementación del método de riego por gravedad-goteo, el cual es un proceso de mejora continua que utiliza tecnología para distribuir de forma eficiente el agua con el fin de aumentar la productividad.

La finalidad del estudio se enfoca en mejorar la calidad de vida de los agricultores a través del aumento de la producción gracias al control y la automatización del sistema de riego, el cual trae como beneficio principal mejorar la calidad de los productos y optimización del uso del agua.

Con lo cual, los agricultores de la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, modificaron la forma tradicional de producir los granos básicos a través de la aplicación de un nuevo proceso de riego, al generar mayores volúmenes de producción se demandará mayor mano de obra y esto aumentará el desarrollo económico de la región.

Por lo tanto, la viabilidad de la propuesta de implementación del sistema de riego de gravedad-goteo, representa una oportunidad para el aumento del desarrollo agrícola del municipio, ya que se podrá implementar en otras zonas agrícolas de la región de ser factible.

3.8. Método científico

Para analizar la factibilidad de la propuesta de la implementación del método de riego por gravedad-goteo para la producción de granos básicos en el Parque Regional Municipal La Cerra en el Municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala se utilizó el método científico, para lo cual se realizó una observación sistemática, la medición de las variables del objeto de estudio, la experimentación debió al cambio riego utilizado en la producción, la formulación y el análisis los resultados para determinar la factibilidad del proyecto.

El enfoque de la investigación es mixto, debido a que el estudio utilizo métodos cuantitativos y cualitativos para el desarrollo de la investigación, la investigación se centró en la recopilación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos de fuentes primarias y secundarias, el diseño de la investigación fue experimental debido a que se manipulo el proceso de producción al implementar un nuevo método de riego, el alcance de la investigación fue exploratorio y descriptivo, debido a que se profundizo en la búsqueda de información y el método actual de cultivo de los agricultores, también se describen las cualidades y características de los agricultores, y por último se relacionó la productividad de la cosecha con el método de riego propuesto.

La implementación del método científico, conlleva el desarrollo de las siguientes fases:

Fase indagatoria: Se realizo a través de la recolección de información de los agricultores y el proceso actual de producción, para lo cual se utilizaron encuestas y entrevistas,

Fase demostrativa: Etapa en la cual se analizó la información obtenida mediante los métodos de inducción, deducción y análisis de los datos de la población objetivo, el desarrollo técnico, ambiental y financiero del proyecto para determinar la viabilidad de la propuesta.

Fase expositiva: Se elabora un informe de plan de investigación para presentar los resultados de la investigación a través de indicadores financieros.

3.9. Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas son el conjunto de herramientas, procedimientos e instrumentos para la obtención de la información y datos utilizados en el proceso de investigación, al emplear el método científico.

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

3.9.1. Técnicas de investigación documental

Las técnicas de investigación documental utilizadas fueron:

Lectura analítica: Se realizaron esquemas para organizar y resumir a información obtenida de libros, documentos digitales, tesis, revistas y periódicos.

Fichas bibliográficas: Identificación de las fuentes de información que se examinó y estudio para la generación teórica de la investigación.

Resumen: Se sintetizó la información obtenida de las fuentes de investigación secundaria.

3.9.2. Técnicas de investigación de campo

Las técnicas de investigación de campo utilizadas para el desarrollo de la investigación fueron:

- Observación: Se realizaron 2 visitas al área agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, la primera visita fue en enero de 2020, para contextualizar el Plan de Investigación a realizar en la clase de Metodología de investigación, en la cual se observó las fuentes de agua cercanas a la zona del proyecto, existen dos nacimientos de agua y pozo de agua que se utiliza para cubrir las necesidades de una escuela cercana al proyecto, y el proceso de producción. La segunda visita se realizó en Julio de 2021, donde se realizó un recorrido por gran parte del terreno, donde se observó que la mayor parte de la tierra tiene cierto

grado de inclinación por estar a las laderas del cerro, que existe tendido eléctrico cerca del proyecto y se vio a mayor detalle el proceso productivo. La guía de observación se puede observar en el anexo 1.

- Encuestas: El universo de la población objeto de estudio era de 86 agricultores y se seleccionó una muestra de 46 agricultores de la zona agrícola del Parque Regional Municipal la Cerra. Ver Anexo No. 2

Para la recopilación de la información se utilizó el muestreo aleatorio simple, debido a que las variables de la muestra tienen la misma función de probabilidad y son independientes entre ellas, la población es finita en total son 86 agricultores lo que cosecha en la zona agrícola del La Cerra, se utilizó un nivel de confianza de 95% y con un margen de error del 5%, a continuación, se presenta el cálculo de la muestra.

Datos:

$$N = 86$$

$$Z = 1.96$$

$$p = 50\%$$

$$q = 50\%$$

$$d = 5\%$$

$$n = \frac{86 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (86 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 45.62218 \approx 46$$

La selección de las personas a entrevistar se realizó al azar, a cada agricultor que se encontraba se le pasaba la encuesta, debido a que no todos llegan a trabajar en los mismos días y horarios, se tuvo que realizar las encuestas en dos días diferentes de 7 a.m. a 11 a.m., para no duplicar la información se fue tomando el nombre de cada agricultor que llenó la encuesta.

- Entrevista: Realizada a Jorge Yovani Gomar agricultor en el Parque Regional Municipal la Cerra. Ver Anexo No. 3
- Análisis financiero: Aplicando a los datos de inversión inicial, ingresos, costos y flujos netos de fondos para determinar la viabilidad financiera del proyecto con base a la metodología para la formulación y evaluación de proyectos.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados de la investigación relacionados con la propuesta de implementación del método de riego por gravedad-goteo para los agricultores artesanales de granos básicos en el del Parque Regional Municipal La Cerra, Municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala.

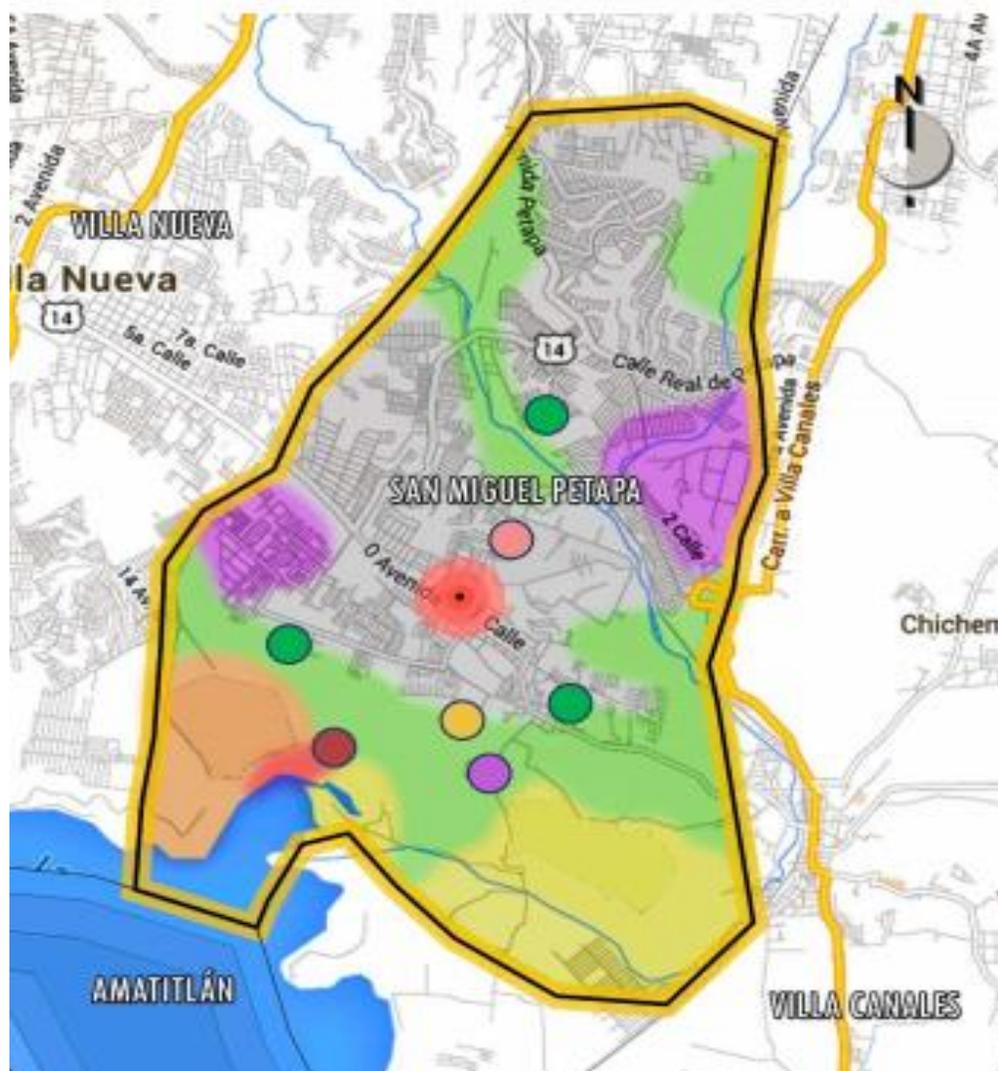
4.1. Caracterización del Municipio de San Miguel Petapa sobre los aspectos productivos y económicos del cultivo de granos básicos.

El siguiente apartado se enfoca en la situación actual del municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, referente a aspectos económicos y sociales, con énfasis en la producción y comercialización maíz y frijol.

Según Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- (2010). En los talleres de mapeo participativos del municipio de San Miguel Petapa el área agrícola del municipio se encuentra ubicada al sur, como caso de referencia esta la finca el Carmen y el Caserío El Cerro, en ambos lugares se cosecha maíz y frijol de forma asociada.

Como se observa en la figura número 2 en el municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, existen diversas actividades económicas entre las más importantes a resalta están las granjas avícolas, los cultivos de café, banano, maíz, frijol, macadamia y flores, la concentración de estas actividades económicas esta al sur del municipio.

Mientras que las áreas industriales están centralizadas y los límites territoriales con los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, como se observa en la tabla numero dos los motores económicos del municipio son las industrializadas. La zona urbana se encuentra concentrada en el centro y la parte norte del municipio.



SIMBOLOGÍA	
	Área industrial
	Cañales
	Hortalizas
	Cafetales
	Áreas verdes
	Área Urbana

	granjas avícolas
	flores, café, banano
	maíz y frijo
	polleras, cerdos
	macadamia

Figura 3: Regiones agrícolas del municipio de San Miguel Petapa
Fuente: Montepeque (2020).

A continuación, se detalla los motores económicos del municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, el cual se enfoca en los tipos de productos, las actividades económicas, las condiciones necesarias para su desarrollo, así como la ubicación geográfica dentro del municipio.

Tabla 2*Motores económicos del Municipio de San Miguel Petapa*

Principales actividades económicas	Productos	Actividades secundarias que generan	Condiciones necesarias para su desarrollo	Ubicación Geográfica	Potencial productivo	Mercados
Agricultura (p) Subsistencia	Granos Básicos	Mano de obra	Asistencia técnica, insumos agrícolas mejorados, conservación de suelos, acceso a la tierra	Finca El Carmen, Caserío El Cerro	Actual	Local
Agricultura (cultivos no tradicionales) (p)	Producción de banano	Mano de obra, Mayores ingresos.	Asistencia técnica para mejorar semillas y créditos.	Playa de Oro	Actual	Local, departamental con potencial de exportación.
Industria (p)	Portones industriales, Hornos industriales, Pintura industriales, Estructuras metálicas, Maquilas, Loza sanitaria, Carpintería industrial, Industria del Calzado, Talabartería, Elaboración de alimentos envasados	Empleo, Producción de productos industriales, Ocupación de mano de obra.	Asistencia técnica, vías de acceso, infraestructura.	Los Álamos zona 6, San Antonio zona 9, Granjas Gerona	Actual	Local, departamental con potencial de exportación.
Piscicultura (s)	Acuicultura de peces a menor escala.	Empleo, Ocupación de Mano de obra.	Asistencia técnica, vías de acceso, infraestructura adecuada.	Playa de Oro	Actual	Local, departamental con potencial de exportación.
Comercio y servicios (t)	Apoyo a las actividades productivas	Empleo, acceso a servicios	Fuentes de financiamiento, diversificación.	Cabecera municipal y otros lugares del poblado	Actual, dinámico	Local, Municipal.

Fuente: Taller de mapeo participativo SEGEPLAN (2010)

Las actividades económicas del municipio son diversas y existe mano de obra calificada, pero debido a la falta de factores como el apoyo de las instituciones municipales, el difícil acceso a fuentes de financiamiento y falta de infraestructura, genera subdesarrollo económico y social en el municipio.

4.1.1. Caracterización de agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra

Según Ana Palma (2018), actualmente existen 86 personas que se dedican a cultivar maíz y frijol en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, la mayoría de los agricultores viven en la aldeas o zona aledañas, como la colonia El Cerro, Playa de Oro, Callejón Galiz, Santa Inés y Villa canales. Las variables socioeconómicas de los agricultores que producen granos básicos en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, fueron identificadas a través de una encuesta estructurada, las principales variables se detallan a continuación.

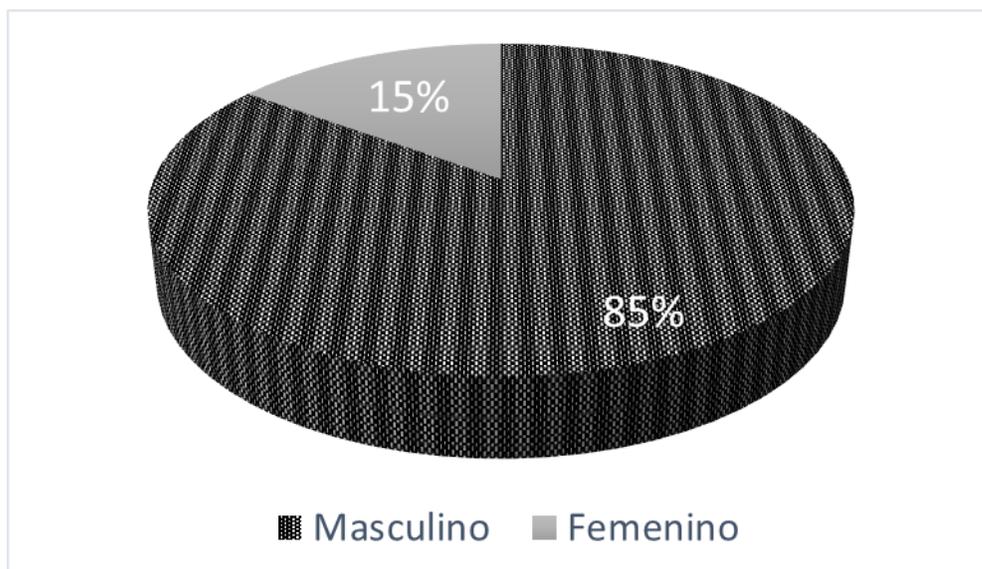


Figura 4: Género de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021..

Por lo general este tipo de actividad económica lo realizan los hombres, y según el análisis de las encuestas realizadas el 85% de los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra son hombres, y el 15% de los agricultores son mujeres, las mujeres encuestadas comentaron que debido a la falta de oportunidades de trabajo, las ha

orillado a que se dediquen a la agricultura para poder generar ingresos para sus familias.

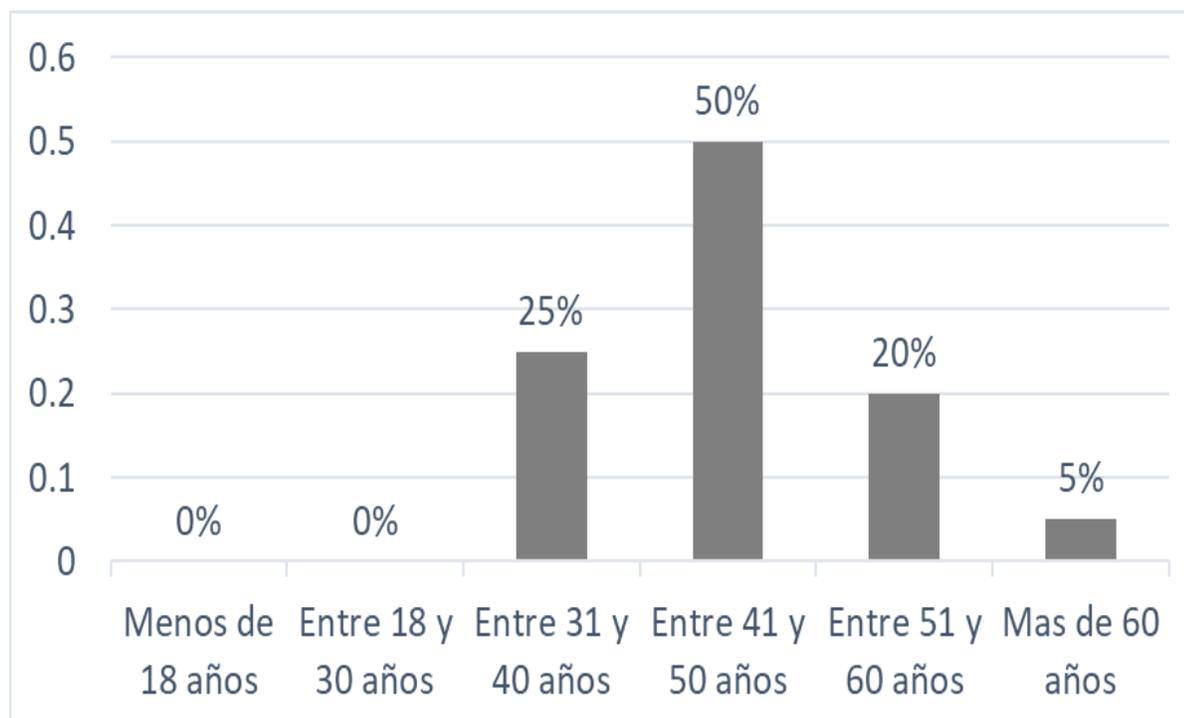


Figura 5: Edad de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Como se puede observar en la grafica mas del 80% de las personas que cultivan en el Parque Regional Municipal La Cerra son adultos mayores, entre los principales motivos que indicaron los encuestados en función a su edad, es que es difícil encontrar empleo a partir de los 40 años, ya que las políticas de contratación de la mayoría de las empresas es emplear personas con edad menor a 35 años, prefieren jóvenes sin mayor experiencia, por lo cual ellos se dedican a la agricultura y trabajos informales.

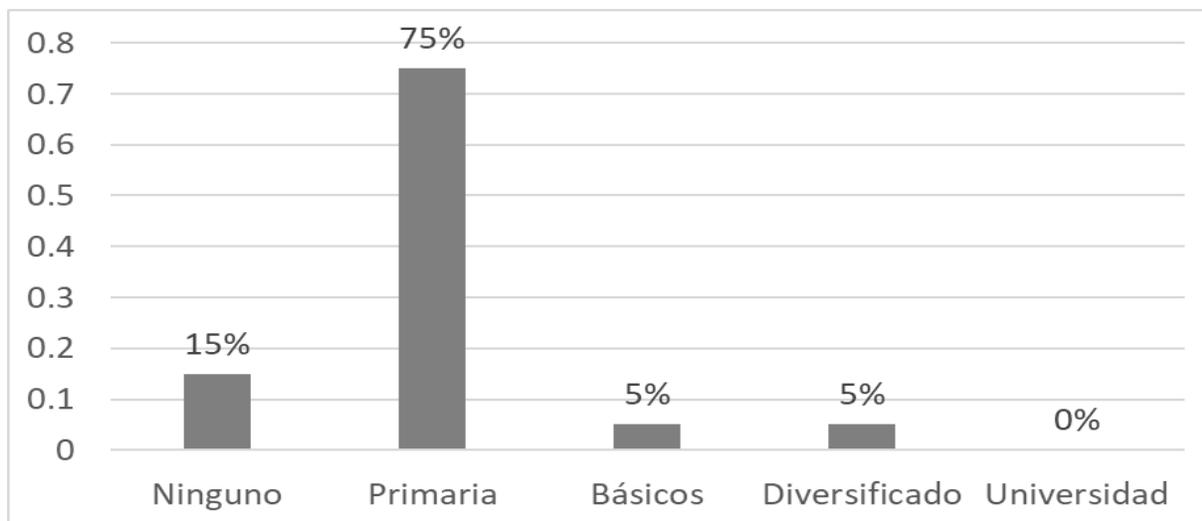


Figura 6: Nivel educativo de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según los resultados obtenidos la mayoría de las personas encuestas tienen un nivel de escolaridad bajo únicamente han cursado la primaria, 15% no tiene ningún nivel académico, los agricultores encuestados mencionan que desde muy temprana edad sus padres les enseñaron a cultivar y dejaron en un segundo plano sus estudios, solo el 5% de los agricultores tienen estudios de nivel básico, y un 5% tienen estudios de diversificado.

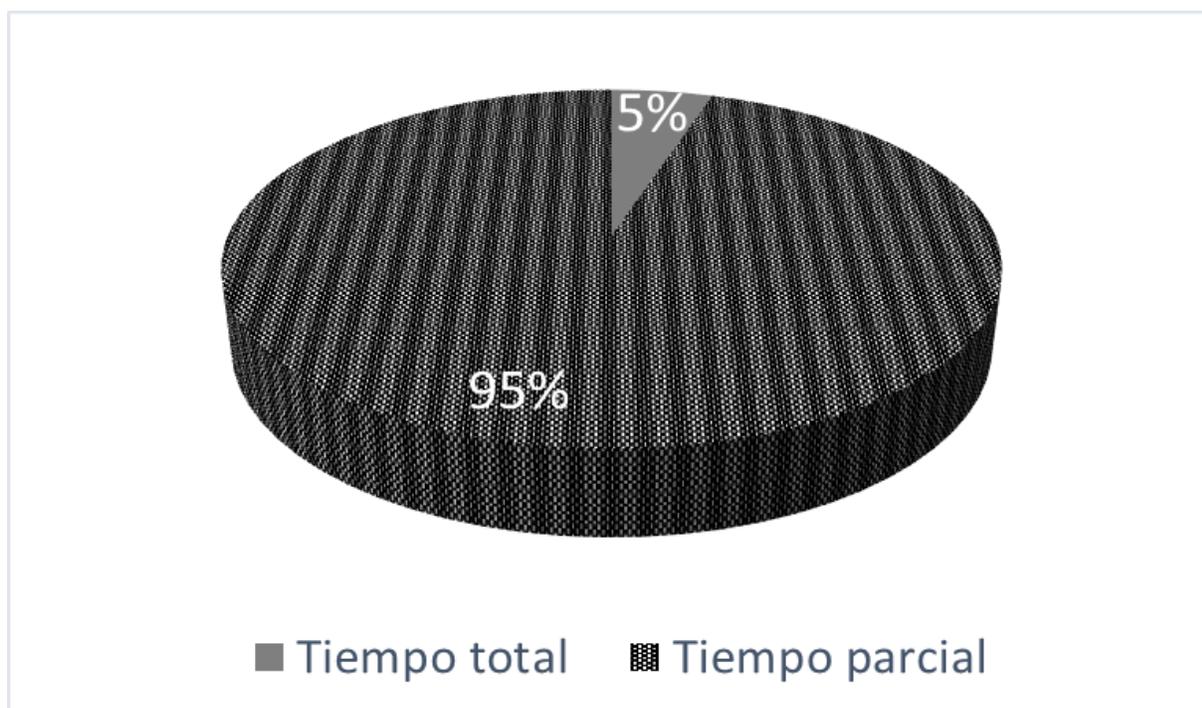


Figura 7: Tiempo que dedica a la agricultura los agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según las encuestas realizada sobre el tiempo que las personas dedican a la agricultura, la mayoría de los agricultores indicaron ocupar parcialmente su tiempo para cultivar, una de las causas es debido al tipo de cultivo y la metodología que utilizan actualmente, ya que realizan las diferentes actividades para cultivar en su tiempo de descanso como sabados y domingos, la mayoría de las personas indican que el ingreso que obtienen de la cosecha no les alcanza para poder cubrir sus necesidades por lo cual deben realizar otras actividdes temporales, los hombre indicaron realizar trabajos albañilería, carpintería y trabajos varios según sea la necesidad de las personas que los contratan, mientas las mujeres realizan trabajos de limpieza de casas, lavado y planchado de ropa, venden tortilas con lo que cosechas y ventas informales de comida.

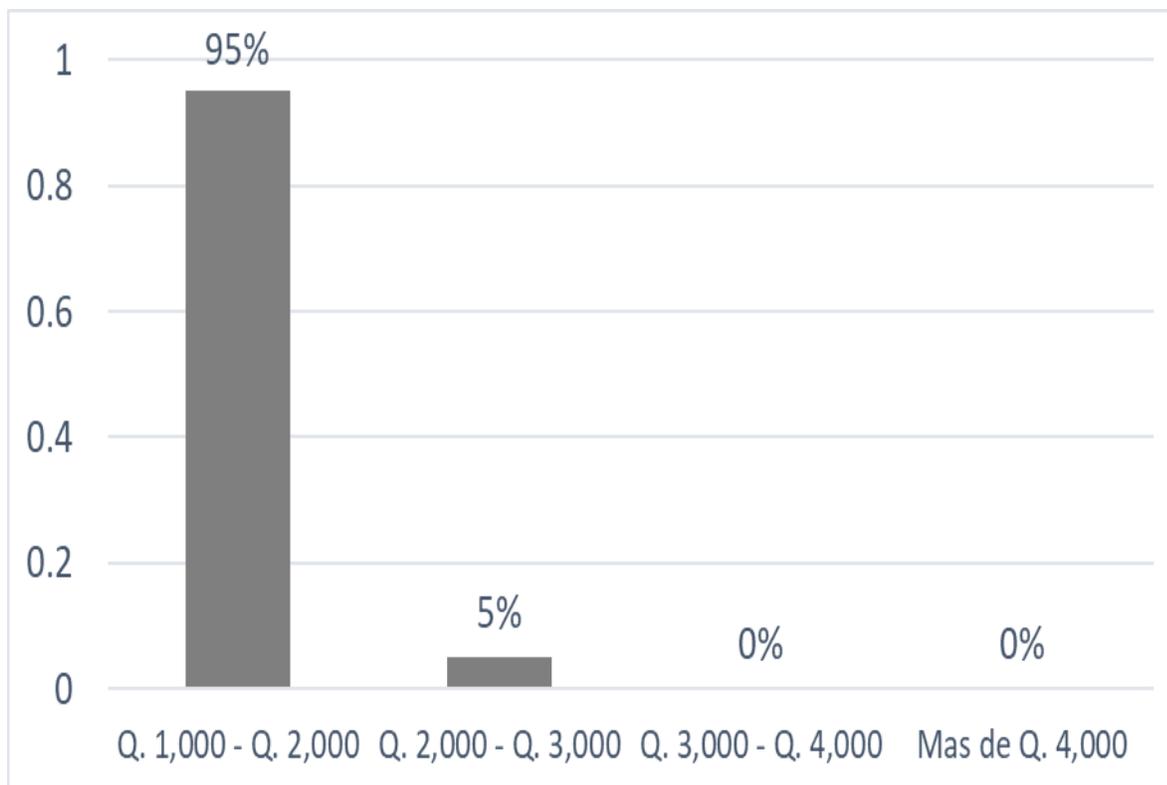


Figura 8: Ingresos promedio mensual de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según los datos recabados la mayor parte de los agricultores tienen un ingreso promedio menor al sueldo mínimo establecido para las actividades agrícolas mensual de Q. 2,704.80 según el ministerio de trabajo de Guatemala (2021), los agricultores indican que con los ingresos mensuales que obtienen apenas les alcanza para cubrir sus necesidades básicas, a pesar de contar con disponibilidad de territorio para poder cultivar el método tradicional que utilizan no permite aprovechar al máximo los recursos, la importancia de la propuesta del método de riego por gravedad-goteo radica en el aumento de la productividad a través del aprovechamiento de los recursos.

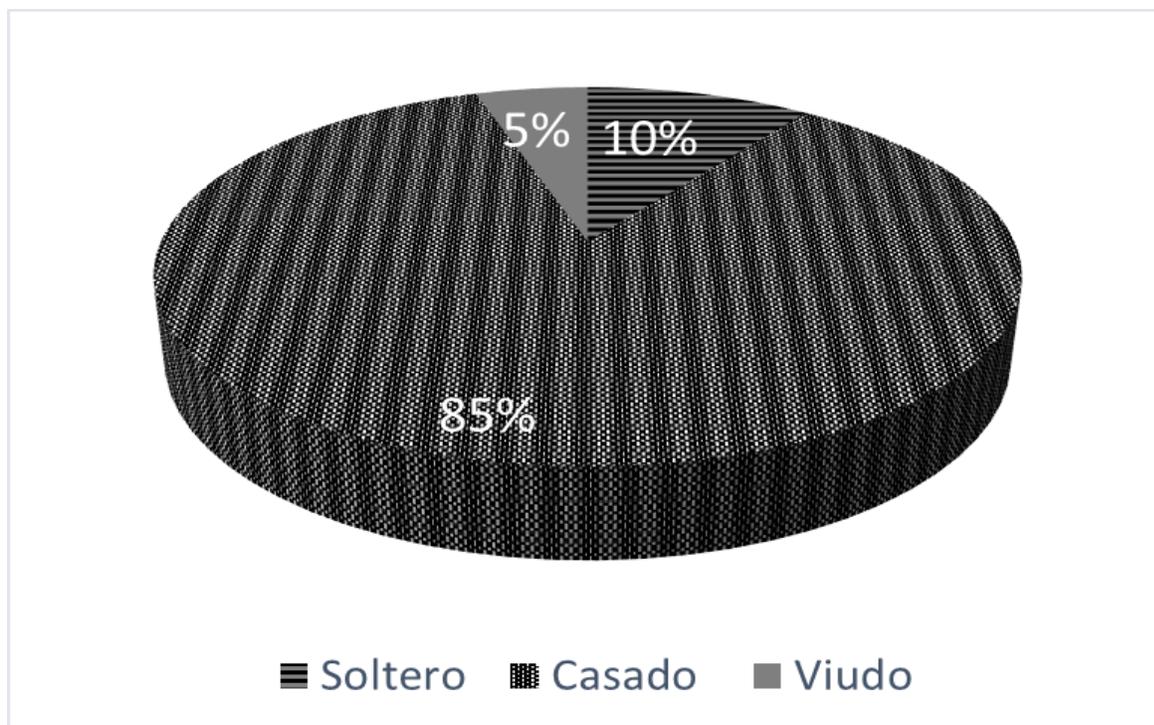


Figura 9: Estado civil de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según los datos recabados en la encuesta, el 85% de los agricultores son casados, con lo cual se infiere que los pobladores tienen la responsabilidad de generar ingresos para mantener a sus familias, el 10% son personas solteras con hijos, que realizan diversas actividades laborales para cubrir las necesidades básicas del hogar, y por último el 5% de los agricultores son viudos y están relacionados al 5% de las personas con una edad mayor a los 60 años como se visualiza en la figura número cuatro.

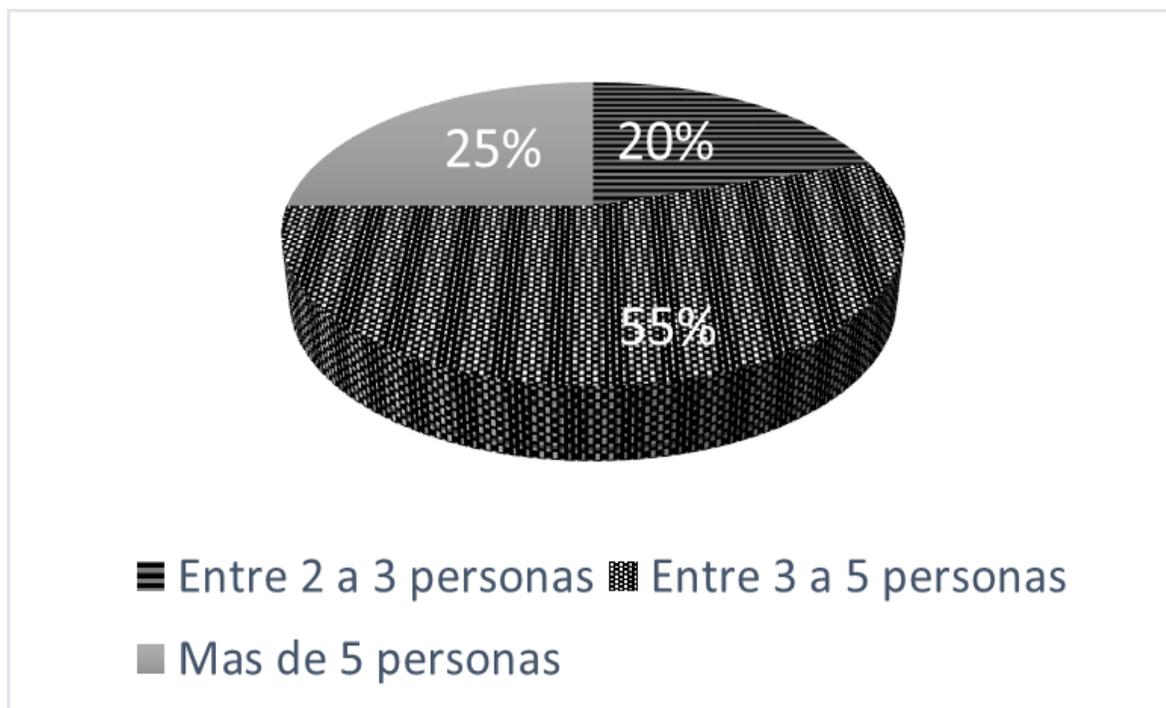


Figura 10: Cantidad de integrantes de familia de agricultores del Parque Regional La Cerra.
Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según la información recabada de las encuestas, el 75% los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra tiene un nucleo familiar de 5 o mas personas, las personas encuestadas indican que por lo general a parte de su esposa o esposo e hijos, su vivienda la comparten con otros miembros de la familia como abuelos, hermanos, sobrinos y nietos, el 25% restante de las personas indican vivir unicamente con su esposa o esposo y sus hijos.

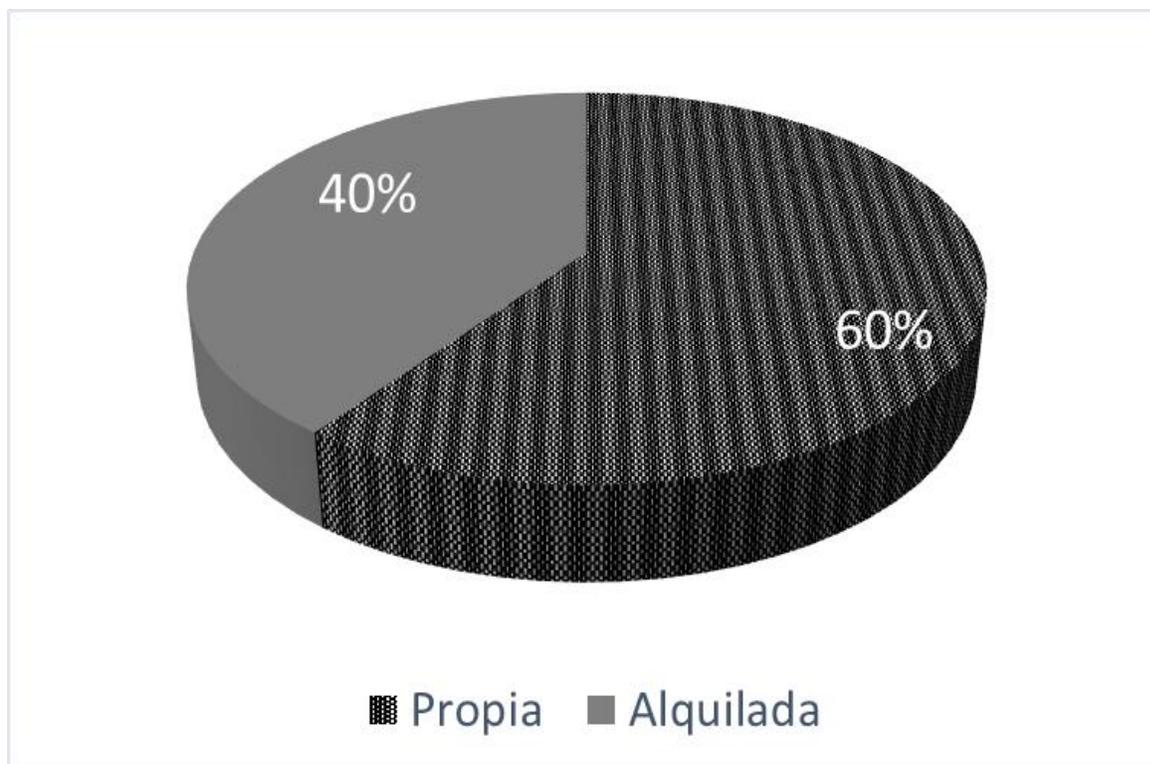


Figura 11: Tipo de vivienda de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según datos recabados en las encuestas, la mayoría de agricultores cuentan con una vivienda propia, pero indican que las condiciones de sus viviendas son precarias debido a que la mayoría son de paredes de lamina o madera y con techo de lamina, que unicamente cuentan con 2 cuartos para dormitorios, un baño y a veces una cocina, y por lo general no tienen un patio o espacio libre donde los niños puedan jugar, la condición de vivienda de las personas que alquilan es mas delicada ya que la mayor parte de las personas indican alquilar un cuarto donde deben distribuir una area para dormir y otra para cocinar y comer.

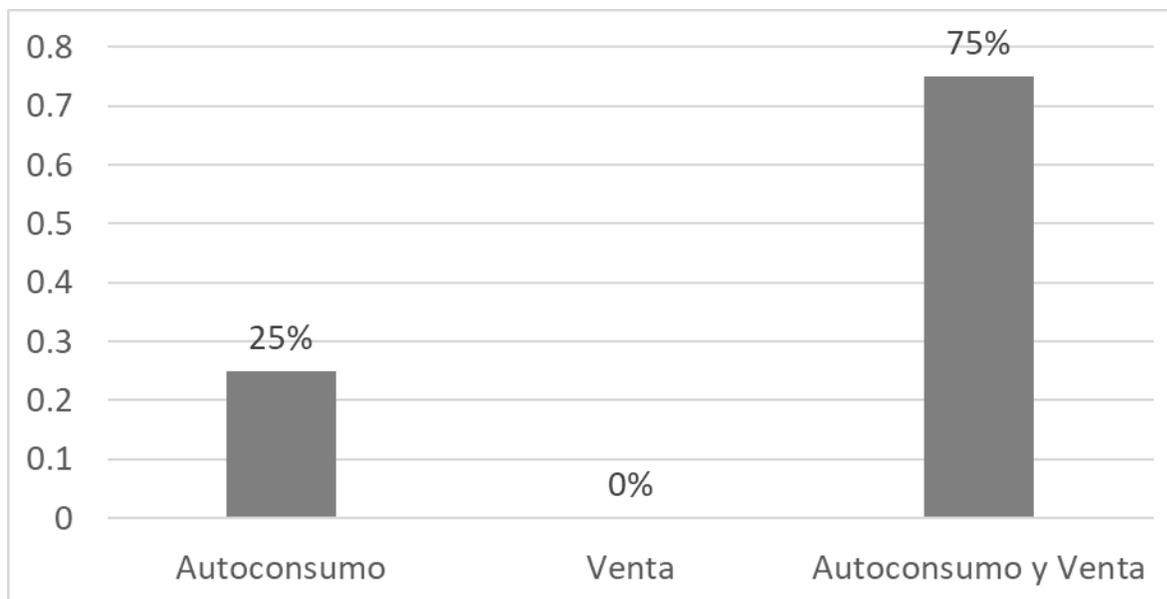


Figura 12: Uso de cosecha de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según los resultados obtenidos de la encuesta la mayor parte de la cosecha que los agricultores obtienen la utilizan para auto consumo, debido a que el rendimiento de producción es bajo y para ellos es mejor tener un año de comida con base a frijol y tortillas, que un ingreso económico que si no lo administran adecuadamente lo gastarán en un par de meses, la venta de productos únicamente se realiza por alguna emergencia como compra de medicina o algún gasto extraordinario.

A pesar del esfuerzo de meses de los agricultores por cultivar sus productos, esto únicamente les alcanza para cubrir en cierta parte la comida para sus familias, por lo cual deben recurrir a otras actividades económicas para cubrir todas sus necesidades básicas, es importante resaltar que a pesar de contar con una extensión considerable de tierra, no pueden aumentar su desarrollo económico ya que dependen de la estación de lluvia para poder cultivar.

Los agricultores comentan que si ellos pudieran cultivar todo el año su situación económica fuera diferente, ya que tendrían un nivel de ingreso mayor, generando un desarrollo económico para su familias y comunidad, debido a que para cultivar durante todo el año sería necesario cotratarse a otras personas para que los apoyen.

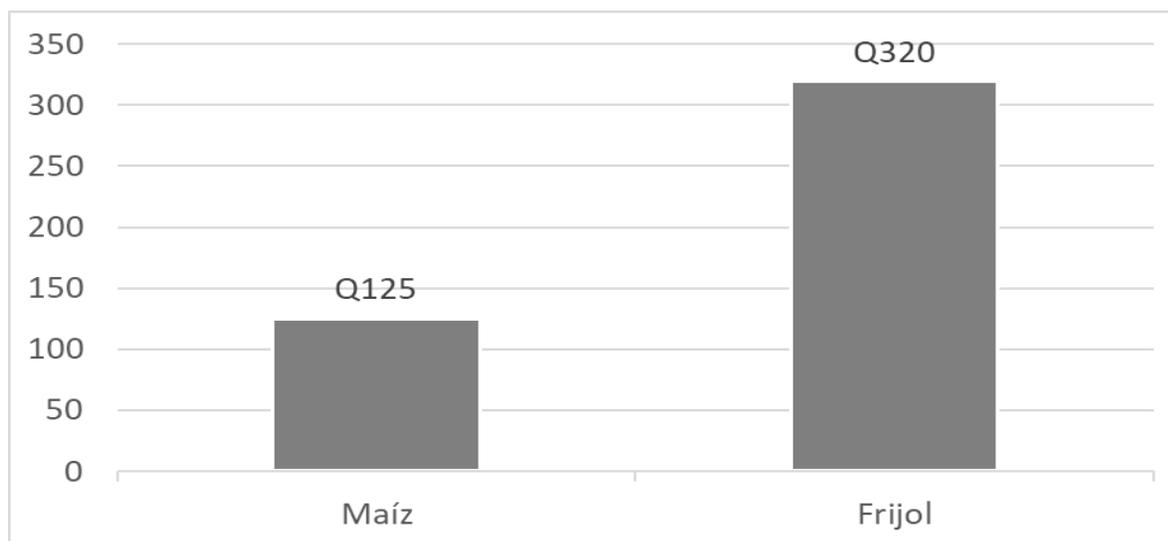


Figura 13: Precio promedio de venta de productos de agricultores del Parque Regional La Cerra.

Fuente: Elaboración propia con base a investigación de campo realizada en junio de 2021

Según el estudio realizado, los precios promedios en los cuales los agricultores venden su cosecha es de Q. 125.00 el quintal de maíz y Q. 320.00 el quintal de frijol, ambos productos los venden aun precio menor en comparación al precio promedio del mercado, ya que el precio promedio del maíz en el mercado es de Q.130.00 el quintal, por lo cual los agricultores vende el maíz un 4% mas barato que el promedio del mercado y el precio promedio del mercado para el frijol es de Q. 389.00 el quintal, los agricultores venden su frijol un 18% mas barato que el promedio del mercado, esto es debido a que en la mayoría de los casos los agricultores venden sus productos a sus vecinos y conocidos, que por lo general viven en las mismas condiciones que ellos, pero que no cultiva.

4.2. Estudio de mercado

En la siguiente sección se presenta la información utilizada para la elaboración del estudio de mercado sobre el estado actual de la comercialización de maíz y frijol en el municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala.

4.2.1. Caracterización de clientes

La caracterización de la población que consumo granos básicos en el Municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, es de suma importancia para el análisis de la demanda de los productos a cosechar, debido a que factores como el género, edad y poder adquisitivo de la población permiten realizar inferencia sobre el comportamiento de consumo de maíz y frijol en el municipio.

4.2.2. Segmentación demográfica

Este tipo de segmentación permite dividir a la población en grupos más pequeños según atributos inherente a las personas.

4.2.2.1. Genero

La población estimada del Municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala según el INE (2018) para el año 2020 fue de 221, 864 habitantes, con una tasa de crecimiento del 3.6%, el porcentaje de población femenina es del 52% y masculino del 48%.

4.2.2.2. Edad

Tomando como base los datos recabados en el Censo Nacional por el INE (2018), el rango de edad del Municipio de San Miguel Petapa se clasifica de la manera siguiente:

Tabla 3

Rangos de edad del Municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala.

Rango de Edad	Porcentaje de la Población
0-14 años	34,55%
15-24 años	20,23%
25-54 años	35,47%
55-64 años	5,28%
65 años y más	4,46%

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística (2018)

Como se observa más del 60% de las personas del municipio se encuentra en el rango de edad de la Población Económicamente Activa (PEA), esta población está comprendida por personas que actualmente posee un trabajo o están es búsqueda de un empleo, por lo cual se puede inferir que existe una alta oportunidad de realizar transacciones comerciales.

4.2.3. Segmentación socio económica

La segmentación por niveles económicos de la sociedad representa la piedra angular para la planificación de cualquier proyecto, a partir de ello, se establecen grupos con estándares de vida similar, sobre los cuales las organizaciones pretenden influir a través de la presentación de sus bienes y servicios. Según el estudio socioeconómico desarrollado por las agencias de investigación de mercado y promovido por la Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad (UGAP), los niveles socio económicos de Guatemala se dividen de la siguiente manera:

Tabla 4

Segmentación por nivel económico del Municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala.

%	Segmento	Ingresos medios Quetzales / mes
0.7	A	Q100,000.00
1.1	B	Q61,200.00
5.9	C1	Q25,600.00
11.6	C2 + de	Q17,500.00
18	C3	Q11,900.00
51	D1	Q7,200.00
12	D2	Q3,400.00
100%		

Fuente: Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad -UGAP-.

En la tabla 4, está clasificada la población por segmento según su nivel de ingreso, esta variable fue importante para determinar más adelante la estimación del mercado potencial de maíz y frijol del municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, los segmentos D1 y D2 serán los considerados para este estudio debido a que son los que tiene menos poder adquisitivo y representa el 63% del total de la población del municipio, gran parte de su dieta tiene como base el frijol, el maíz y los productos derivados de estos granos básicos.

4.2.4. Análisis de la demanda

Para poder analizar todas las variables que afectan al proyecto propuesto, es necesario analizar y estudiar el mercado actual para poder determinar la demanda existente en este tipo de productos, los principales aspectos evaluados fueron el poder adquisitivo de las personas y el historial de consumo.

Otro factor para el cálculo del mercado potencial es el consumo anual de cada uno de los productos que se estima producir, para lo cual se tomó como base el informe de inteligencia de consumo de productos agrícolas en el mercado nacional generado por la cámara del agro de Guatemala, la cual detalla los consumos de maíz y frijol.

Tabla 5

Consumo departamental de maíz en la república de Guatemala en el año 2020.

Tamaño de Mercado	Toneladas métricas
Huehuetenango	419,981
San Marcos	377,452
Quetzaltenango	300,746
Quiché	212,649
Totonicapán	174,676
Guatemala	171,638
Alta Verapaz	164,043
Chimaltenango	143,538
Sololá	129,868
Escuintla	128,349
Chiquimula	119,235
Suchitepéquez	110,881
Petén	98,730
Jalapa	97,211
Retalhuleu	72,908
Jutiapa	69,870
Baja Verapaz	69,111
Santa Rosa	68,351
Izabal	64,554
Sacatepéquez	50,124
Zacapa	30,378
El Progreso	29,619
Total	3,103,913

Fuente: Fuente propia con base a información de la Cámara del Agro Guatemala.

Según la información recabada en la cámara del agro, el consumo anual de maíz en el departamento de Guatemala es de 171,638 toneladas, esta información servirá de referencia más adelante para calcular el consumo aproximado de maíz del Municipio de San Miguel Petapa, debido a que no hay información de este tipo de variable a nivel municipal.

Tabla 6

Consumo departamental de frijol en la república de Guatemala en el año 2020.

Tamaño de Mercado	Toneladas métricas
Guatemala	108,649
Huehuetenango	39,018
Escuintla	31,514
San Marcos	30,614
Alta Verapaz	29,113
Quiché	24,311
Quetzaltenango	22,510
Petén	20,709
Chimaltenango	18,008
Suchitepéquez	17,708
Jutiapa	16,808
Izabal	15,907
Chiquimula	13,806
Jalapa	13,506
Santa Rosa	13,206
Sololá	12,306
Retalhuleu	11,705
Totonicapán	11,405
Sacatepéquez	11,405
Zacapa	9,004
Baja Verapaz	8,404
El progreso	6,003
Total	485,620

Fuente: Fuente propia con base a información de la Cámara del Agro Guatemala.

El departamento de Guatemala tiene el mayor consumo de frijol a nivel nacional, el cual se estima en 108,649 toneladas anuales de consumo, al igual que el maíz la información recabada del consumo por departamento de frijol, servirá de base para el cálculo del consumo del municipio de San Miguel Petapa.

Para este estudio otra variable necesaria para el cálculo de la demanda, es el porcentaje que representa la población del municipio de San Miguel Petapa en referencia a la población total del departamento de Guatemala.

Tabla 7

Porcentaje de población por municipio

Cifras en unidades

Municipio	Población	%
Guatemala	995,393	28%
Santa Catarina Pinula	107,610	3%
San José Pinula	90,287	3%
San José del Golfo	6,143	0%
Palencia	67,639	2%
Chinuautla	146,876	4%
San Pedro Ayampuc	93,801	3%
Mixco	507,549	14%
San Pedro Sacatepéquez	48,467	1%
San Juan Sacatepéquez	259,420	7%
San Raimundo	34,790	1%
Chuarrancho	14,697	0%
Fraijanes	55,387	2%
Amatitlán	128,299	4%
Villa Nueva	618,397	17%
Villa Canales	176,559	5%
San Miguel Petapa	221,864	6%
Total	3,573,178	100%

Fuente: Elaboración propia con base a información obtenida Instituto Nacional de Estadística.

San Miguel Petapa a pesar de ser uno de los municipios más pequeños del departamento de Guatemala, ocupa el quinto lugar en densidad poblacional, representa el 6% del total de la población del departamento de Guatemala, con lo cual se infiere que existe un mercado potencial al cual se puede llevar los productos sin recorrer grandes distancias.

Con la información recabada, se determinó el mercado potencial a través del consumo anual de cada producto por el porcentaje de población objetivo.

Para el análisis de la demanda, se estimó el porcentaje del mercado objetivo en un 63%, debido a que son personas que según el nivel socioeconómico de la tabla 4, en la cual los segmentos D1 y D2 tienen ingresos mensuales de Q. 3,000.00 a Q. 7,200.00, y generalmente son la población que consume como mínimo en 2 tiempos de comida

productos derivados del maíz y frijol, la estimación del mercado potencial se detalla a continuación.

Tabla 8

Mercado potencial de San Miguel Petapa departamento de Guatemala.

Cifras en toneladas métricas

Tamaño de Mercado	Producto	Consumo anual del departamento de Guatemala	% de habitantes de San Miguel Petapa	Consumo anual del Municipio de San Miguel Petapa	% del Mercado	Mercado Potencial
Municipio de San Miguel Petapa	Maíz	171,638	6%	10,298	63%	6,488
	Frijol	108,649	6%	6,519	63%	4,107

Fuente: Elaboración propia con base a información obtenida de la cámara del Agro de Guatemala.

Como se observa en la tabla 8, la estimación del consumo anual de maíz y frijol del municipio de San Miguel Petapa es de 6,488 toneladas de maíz y 4,107 toneladas de frijol, según las estimaciones de la cámara del agro debido a la urbanización y extensión territorial del Municipio de San Miguel Petapa, los agricultores del área no pueden cubrir la demanda actual de granos básicos, además la mayoría de los agricultores utilizan sus cosechas para autoconsumo, por cual se infiere que existen una oportunidad amplia de negocio en la producción y comercialización de maíz y frijol, con base a estas estimaciones se calcularon las proyecciones de demanda de los productos para los siguientes cuatro años.

4.2.5. Proyección de la demanda

La producción en Guatemala de productos agrícolas es alta, según la información recabada del Banco de Guatemala (2020), el promedio anual de toneladas métricas de maíz es de 4,404,340 y de 546,040 toneladas métricas de frijol, por lo tanto, el mercado está saturado de productores y distribuidores.

Tomando como base esta premisa el proyecto tiene como objetivo abarcar el 5% de la demanda potencial municipio, la propuesta del nicho de mercado se tomó en base a la alta cantidad de oferentes en el mercado, ya que existen departamentos de Guatemala que poseen amplia producción de este tipo de productos, los cuales ya tienen canales

de distribución establecidos y será casi imposible abarcar un porcentaje mayor de mercado. Para el cálculo de las proyecciones de la demanda se tomó como base el mercado potencial calculado en la tabla 8 por el 5% del mercado que se pretende abarcar, la cual se describe a continuación:

Tabla 9

Proyección de demanda, municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala
Cantidades en toneladas métricas

Producto	Mercado Potencial anual	Nicho de Mercado anual (5%)
Maíz	6,488	324
Frijol	4,107	205

Fuente: Elaboración propia.

Según las estimaciones de la tabla 9, el proyecto tiene como meta abastecer al mercado anualmente con 324 toneladas de maíz y 205 toneladas de frijol, para lograr el objetivo planteado es necesarios implementar métodos de mejorar continua en el cultivo de granos básicos en el municipio de San Miguel Petapa, para aumentar la productividad y aprovechar eficientemente los recursos, otro aspecto importante a tomar en cuenta es que los agricultores deberán cambiar la forma de pensar en relación a la utilización de sus cosechas, deberán de pasar del autoconsumo a la comercialización de sus productos.

Con base al análisis realizado sobre la cantidad de unidades demandas, se proyecta las unidades para los siguientes cuatro años, para lo cual se tomó en cuenta el crecimiento poblacional del país ya que es una variable que afecta directamente el consumo de los granos básicos, según el banco de Mundial (2019) el crecimiento poblacional para los siguientes años es de 1.6%.

Tabla 10

Proyección de demanda del Municipio de San Miguel Petapa
Cifras en toneladas métricas

Tamaño de Mercado	Producto	Año base	Crecimiento poblacional	2022	2023	2024	2025
Municipio de San Miguel Petapa	Maíz	324	1.6%	330	343	356	371
	Frijol	205	1.6%	209	217	226	235

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Análisis de la oferta

En el mercado nacional existe una alta oferta de productos agrícolas, en específico de los productos que ofrece el proyecto, como el maíz y el frijol que son ampliamente producidos, y ofrecidos a nivel nacional por medio de diferentes canales de distribución, entre los cuales se pueden mencionar, mercados cantonales, supermercados, ventas en línea, tiendas de barrio, e incluso vendedores que llevan a la puerta del hogar un mercado ambulante de diferentes productos.

A continuación, se presentan los datos históricos de producción anual de maíz y frijol en Guatemala, la información servirá de base en el estudio técnico para estimar la capacidad de producción del proyecto.

Tabla 11

Producción anual histórica de maíz en la república de Guatemala

Año agrícola	Hectáreas	Producción en Toneladas métricas
2012/2013	854,601	3,800,300
2013/2014	859,889	3,958,660
2014/2015	866,375	4,187,480
2015/2016	870,111	4,303,170
2016/2017	872,367	4,404,340

Fuente: Elaboración propia con base a información el Banco de Guatemala

Como se observa en la tabla 11, en el transcurso de los años la producción de maíz ha ido en aumento, debido a factores como la tecnología que ha permitido aumentar los rendimientos de la producción, así como al aumento poblacional, para lo cual es necesario producir más para satisfacer sus necesidades.

En la siguiente tabla se presenta la producción histórica del frijol en el país, como se observa la tendencia de este producto al igual que el maíz, existe un crecimiento anual, derivado de la mejora de los métodos de producción y el aumento poblacional del país.

Tabla 12

Producción anual histórica de frijol en la república de Guatemala

Año agrícola	Hectáreas	Producción en Toneladas métricas
2007/2008	220,739	428,132
2008/2009	231,240	440,124
2009/2010	237,233	436,766
2010/2011	237,413	461,083
2011/2012	239,136	470,420
2012/2013	244,424	486,360
2013/2014	249,570	504,650
2014/2015	253,730	520,230
2015/2016	255,140	531,940
2016/2017	255,210	546,040

Fuente: Elaboración propia con base a información el Banco de Guatemala.

En lo referente a la oferta municipal de granos básicos en San Miguel Petapa, se tiene poca información, la única referencia oficial es la detallada en el IV Censo Agropecuario realizado por el INE (2004) la producción anual de frijol y maíz para el periodo 2003 – 2004 fue la siguiente:

Tabla 13

Producción anual de frijol y maíz en San Miguel Petapa departamento de Guatemala

Cifras en toneladas métricas

Descripción	Hectáreas cultivadas	Producción anual
Frijol	27	17.5
Maíz	27	83.1

Fuente: Elaboración propia con base en información del IV Censo agropecuario, del Instituto Nacional de Estadística.

Al realizar el análisis comparativo entre rendimiento toneladas por hectárea, el rendimiento a nivel nacional es de 1.99 toneladas de frijol por hectárea y de 4.86 toneladas de maíz por hectárea, el promedio de San Miguel petapa es de 0.6481 toneladas de frijol por hectárea y 3.07 toneladas de maíz por hectárea, según los

rendimientos antes mencionados se estima que la producción del municipio por lo general es artesanal y de autoconsumo.

4.2.7. Análisis de precios

El análisis de los precios de los productos en el mercado es sumamente importante, debido a que el precio lleva implícito el margen de ganancia esperado, por lo tanto, el comportamiento de los precios afectara directamente al proyecto, este apartado del estudio se realizó con base a las series historia de los últimos 5 año del maíz y frijol, según datos del MAGA (2021)

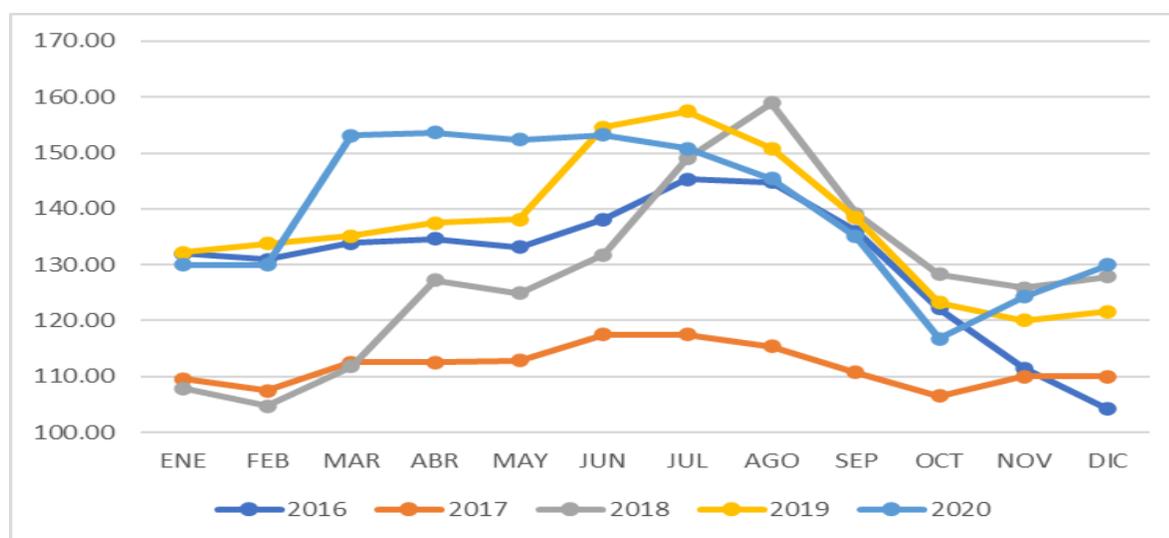


Figura 14: Proyección de precios de Maíz en la república de Guatemala

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MAGA.

Como se observar en la figura 14 el precio del maíz en los meses de enero al mes de abril se mantiene en un rango de precios en incremento pero estable, a partir del mes de mayo al mes de agosto los precios comienzan a incrementar sustancialmente, luego de septiembre a diciembre inician a decaer y se mantienen en el rango de precios del primer trimestre del año, con lo cual se infiere que los cambios de precio para este tipo de producto se debe a la estacionalidad de la producción, debido a que en el segundo trimestre del año el cultivo está en proceso de producción, por lo cual existen un escases en el mercado generando una alza de los precios.

A pesar de la situación sanitaria actual debido al COVID 19, el maíz en el 2020 mantuvo una tendencia similar a los años anteriores, únicamente se observa que el incremento

de precio al inicio del mes de abril y mantuvo su crecimiento hasta el mes de junio, el crecimiento en este periodo pudo ser derivado del aumento del trabajo desde casa y que el ciclo escolar fue virtual, lo cual genero un mayor aumento de consumo al estar las personas más tiempo en sus hogares, pero sin alcanzar el mayor precio reportado de aproximadamente Q. 160.00 el cual se produjo en el mes de agosto del año 2018.

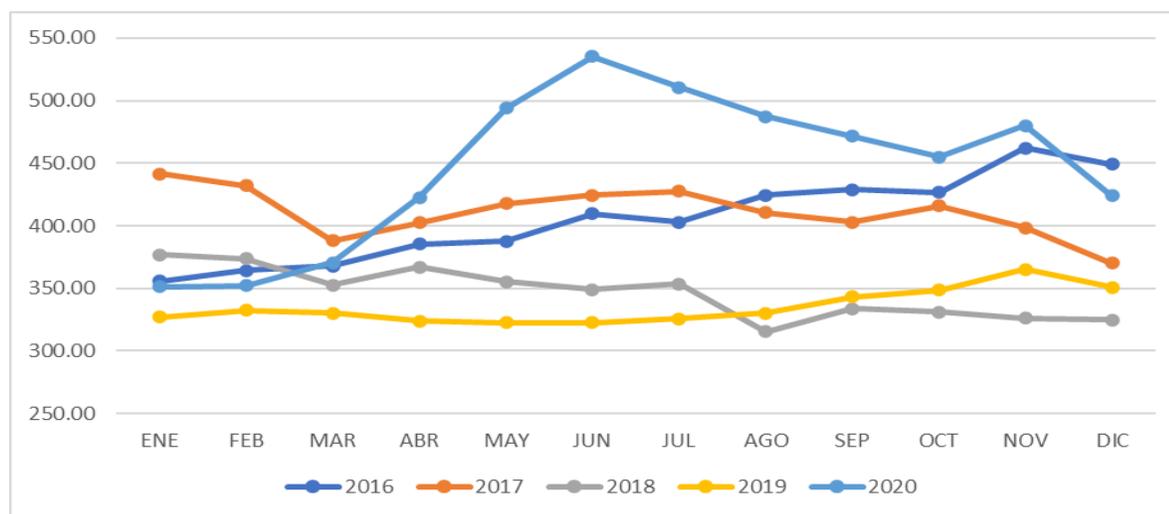


Figura 15: Proyección de precios de frijol en la república de Guatemala.

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MAGA.

Según los datos recabados se puede observar que el precio del frijol, también se ve afectado por la variable de la estacionalidad como se observa en los años 2016 y 2017 los precios aumentan en el segundo trimestre del año debido a la escasez del producto, ya que en este rango de tiempo los productos están en proceso, a diferencia de los años 2018 y 2019 se mantuvieron en un promedio de Q. 300.00 a Q. 350.00, en estos años no se ve tan marcada la diferencia de precios por la estacionalidad de los productos, y por último se observa que la pandemia sí afectó directamente el precio del frijol alcanzando un precio promedio de Q. 550.00 por quintal en el mes de junio de 2020.

4.3. Propuesta técnica para un sistema de riego

En la siguiente sección se desarrollaron los aspectos de ingeniería de los productos y procesos, el tamaño, localización, capacidad, equipos y herramientas necesarias para la propuesta de un sistema de riego por gravedad-goteo en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, para determinar a viabilidad funcional del proyecto y sus respectivos costos.

4.3.1. Localización

El municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la región I o región Metropolitana. Se localiza en la latitud 14°37'46" Norte, Longitud 90°36'24", cuenta con una extensión territorial de 24,64 Kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1, 285 metros sobre el nivel del mar.

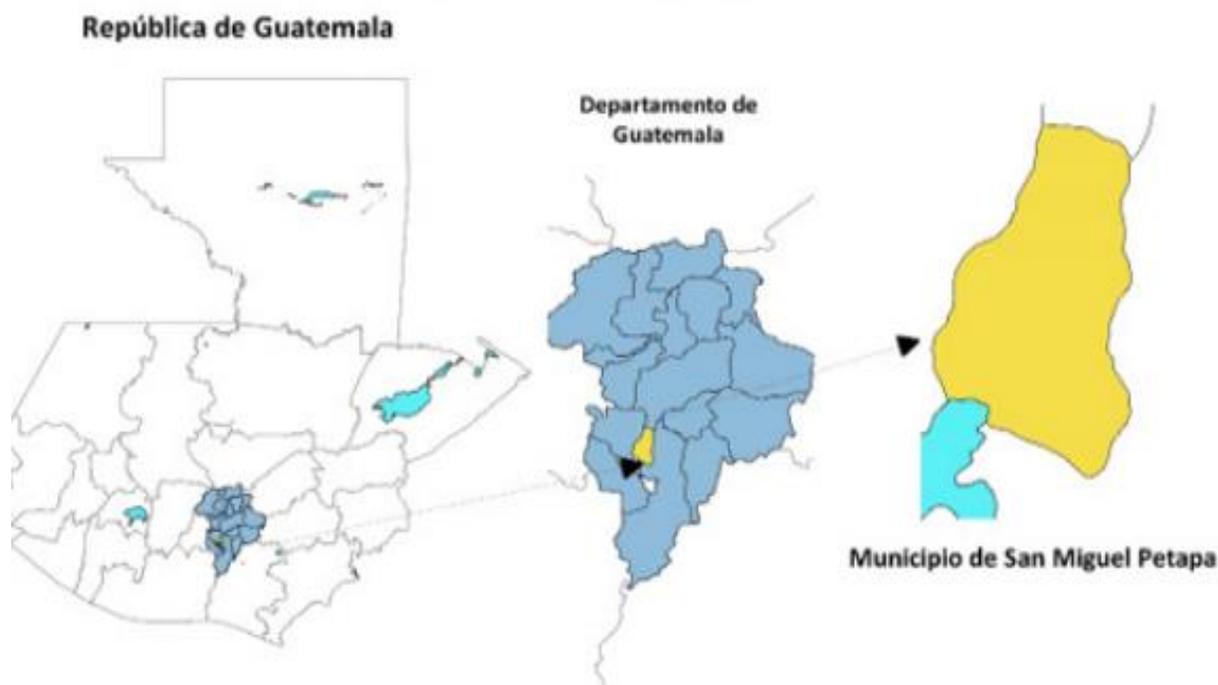


Figura 16: Mapa del Municipio de San Miguel Petapa.

Fuente: Ministerio de Gobernación de Guatemala (2019).

El Parque Regional Municipal La Cerra se encuentra a una distancia de 4.5 km del Parque Municipal de San Miguel Petapa y a una distancia de 6 km del casco urbano de Municipio de Villa Canales.

4.3.2. Macro localización

El Parque Regional Municipal La Cerra se encuentra ubicado al sur del municipio de San Miguel Petapa, se localiza a la latitud $14^{\circ}48'17''$, longitud $90^{\circ}55'23''$.



Figura 17: Mapa de Parque Regional Municipal la Cerra
Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa (2006).

4.3.3. Micro localización

La zona agrícola se encuentra ubicada al lado sur del Parque Regional Municipal La Cerra, en las laderas del cerro con una extensión 17.5 hectáreas.



Figura 18: Mapa de zona agrícola de Parque Regional Municipal la Cerra

Fuente: Elaboración propia con base a imagen de Google Maps.

Las opciones de ingreso a la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, se detalla a continuación.

La primera opción es por San Miguel Petapa, al llegar a parque de San Miguel Petapa, se debe conducir por 3 kilómetros, se debe conducir por la 0 avenida con dirección al sur, al llegar a Lubricantes y filtros Petapa cruzar a mano derecha tomando la 1ra calle, seguir recto por toda la 1ra calle hasta el local ropa americana Narcy cruzar nuevamente a mano derecha, luego de una cuadra se llega al camino de terracería conducir por 1.5 kilómetros hasta llegar a la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, con transito moderado el tiempo estimado desde el Parque de San Miguel Petapa hacia la zona agrícola de La Cerra debe ser de 8 minutos.



Figura 19: Ruta de acceso San Miguel Petapa a Parque Regional Municipal la Cerra
Fuente: Google Maps.

La Segunda opción es desde Villa Canales, tomando como punto de partida el Parque ecológico “Los Escombros”, se debe conducir por toda la 3ra avenida al llegar a la 5ta calle cruzar a mano izquierda, pasar el puente la unión para tomar la carretera Villa Canales – San Miguel Petapa, luego de pasar el puente platanitos cruzar a mano izquierda para ingresar al Caserío El Cerro, seguir recto hasta llegar a la escuela se debe avanzar por 600 metros para llegar a la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, para esta segunda opción hay que recorrer un total de 2.3 kilómetros, el tiempo estimado del recorrido es de 7 minutos.



Figura 20: Ruta de acceso Villa Canales a Parque Regional Municipal la Cerra
Fuente: Google Maps.

4.3.4. Proceso de producción

El proceso de producción de los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra, se caracteriza por ser un proceso tradicional, el conocimiento para cultivar se ha transmitido de generación en generación, según la información brinda por el agricultor Yovani Gomar los cuidados culturales del actual proceso del cultivo de maíz y frijol es el siguiente.

4.3.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra, se inicia limpiando el terreno que se conoce localmente como “rastrojo”, consiste en cortar la caña que quedo del año anterior, los restos de caña por lo general la mayoría la pican y la dejan esparcida en el suelo para que naturalmente se descomponga, otros agricultores la queman, luego quitan con el azadón la maleza existente, regularmente este proceso lo realizan a finales del mes de abril.

4.3.4.2. Siembra de las semillas de maíz

El proceso de siembra comienza por lo regular en la tercera semana de mayo, luego de que hayan caído las primeras lluvias del año, luego de estas lluvias el suelo se encuentra un poco suelto debido a la absorción del agua. Antes de sembrar la semilla se le aplica un veneno llamado Marshall, esto se realiza para que la hormiga o el sompopo no se lleve la semilla.

El proceso inicia al hacer hoyos de una medida aproximada de 15cm de ancho y de 6 a 8 centímetros de profundidad, esto se realiza con un azadón, luego de ello se depositan 3 granos en cada agujero y se tapa el agujero con tierra sin apelmazar a tierra, ni parrases encima del agujero.

La distancia entre cada planta es de 40 a 50 centímetro y la distancia entre surcos es de 60 a 80 centímetros, esto con la finalidad que cada planta tenga el espacio necesario para desarrollarse.

4.3.4.3. Primera fertilización

La actividad de la fertilización inicia aproximadamente de 20 a 30 días luego del proceso de siembra, en este tiempo la planta ha crecido hasta tener de 4 a 6 hojas y necesita absorber más nutrientes para que siga su proceso de crecimiento.

Entre los abonos que aplican son los siguientes:

- Sulfato de amonio
- Triple 15
- Fertilizante 20-20-0
- Urea 46-0-0

El tipo de fertilizante utilizado depende exclusivamente de la decisión de cada agricultor.

4.3.4.4. Proceso de desyerbo

Cuando trascurren 3 a 4 semanas del crecimiento de la planta aparecen las primeras hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo en absorción de agua y nutrientes minerales. Por lo cual se debe eliminar estas malezas los agricultores raspan con azadón las yerbas, y al mismo tiempo va agregando tierra al pie de la planta con el fin de crear una base sólida para la milpa para que el aire no la bote.

4.3.4.5. Segunda fertilización

La segunda fertilización de la planta se realiza cuando alcanza una altura promedio de entre 50 a 60 centímetros, por lo general en esta segunda fertilización los agricultores aplican urea, este tipo de fertilizante proporciona un alto contenido de nitrógeno, lo cual estimula el crecimiento de la planta y la formación del follaje.

4.3.4.6. La calza

La actividad consiste en formar un surco de tierra a lo largo de las plantas sembradas en el terreno, esto con el objetivo de crear un cumulo sobre la base de las plantas para mayor soporte y mantener mayor humedad.

4.3.4.7. Siembra de semilla de frijol

El proceso de la siembra de frijol se realiza regularmente entre los meses de julio y agosto, el proceso es realizar hoyos a los lados de la milpa con estacas y depositar 3 semilla en cada agujero y luego taparlos con tierra sin apelmazar la tierra.

4.3.4.8. Aplicación de Herbicida

Luego la siembra del frijol se aplica el herbicida llamado Paracuat, con el fin de que la planta de frijol nazca y crezca en lugar limpio de maleza, el herbicida se aplica con el cuidado de no quemar el frijol, se quema únicamente la maleza.

4.3.4.9. Aplicación de foliar

La siguiente actividad del proceso es aplicar el foliar 20-20-0 al frijol con el objetivo de que la planta crezca mejor, se obtenga una mayor cantidad de granos y mejore la calidad del producto, el foliar se aplica a través de una bomba pulverizadora.

4.3.4.10. Doblado de milpa

Este proceso se realiza a finales del mes de septiembre después de que la mazorca de elote sazona, la planta se dobla aproximadamente a la altura de la mazorca con el fin de que el maíz se seque.

4.3.4.11. Tapisca

La actividad se realiza a finales de noviembre y consiste en cortar las mazorcas de maíz de las plantas; así como cortar las plantas de frijol y trasladar los productos al lugar donde se almacenará.

4.3.4.12. Selección de semilla para la siembra

Cuando se está revisando las mazorcas para la eliminación de granos podridos, se selecciona las mazorcas más grandes y limpias, los granos de estas mazorcas servirán de semilla para la próxima cosecha.

4.3.4.13. Proceso desgrane

En esta etapa se revisa mazorca por mazorca y se eliminan el maíz malo o podrido, luego se desgrana a través de una maquina manual, este proceso para el frijol consta de sacar de las vainas los granos, luego se secan los granos al aire libre durante varias semanas.

4.3.4.14. Almacenaje

Los granos se guardan en silos o toneles en las casas de los agricultores, regularmente la mayoría de las personas aplican un cuarto de pastilla llamada deltia por tonel con el fin de evitar la llegada de gorgojo u otro tipo de bicho que se coma los granos.

4.3.4.15. Empaque

El proceso de empaque se realiza únicamente si es necesario vender parte de la cosecha por algún imprevisto o emergencia y se empaican en costales de nylon, el peso por cada costal es de un quintal.

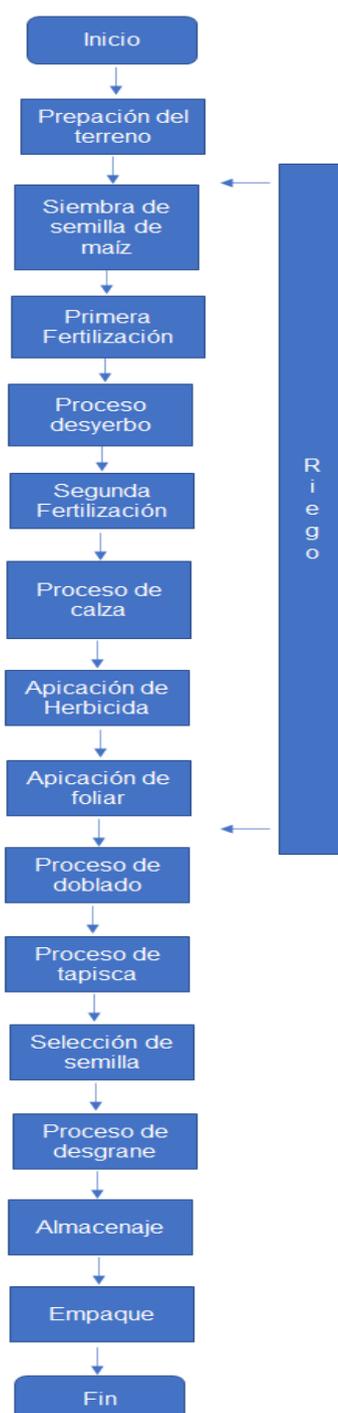


Figura 21: Macro proceso de producción de Maíz y Frijol.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Capacidad de producción del proyecto

La producción de granos básicos bajo el método de producción tradicional, el cual se realiza por lo general una vez al año debido a que este tipo de proceso depende exclusivamente de la estación de lluvia, Actualmente los agricultores de granos básicos del Parque Regional Municipal la Cerra realizan su cosecha en la estación de lluvia del país, la cual inicia en el mes de mayo y termina en el mes de octubre, el proceso de siembra inicia en mayo o junio y la cosecha de los granos se da en los meses de septiembre u octubre.

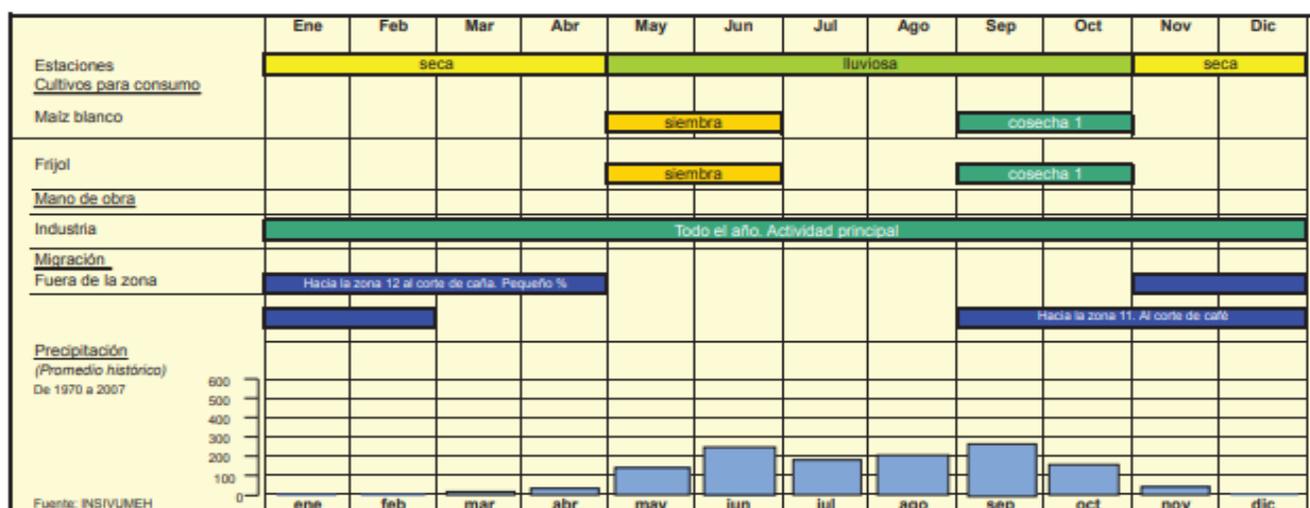


Figura 22: Calendario estacional de lluvia y cosecha en La Cerra, San Miguel Petapa.

Fuente: ssinsan.gob.gt (2020)

La capacidad de producción del proyecto se estimó con base la serie de datos históricos del banco de Guatemala sobre el rendimiento de toneladas por hectárea de cada producto, información detallada en las siguientes tablas.

Tabla 14

Capacidad estimada de producción de frijol de la zona agrícola de La Cerra

Hectáreas del proyecto	Producción promedio (toneladas métricas)
17.50	34.79

Fuente: Elaboración propia con base a datos del Banco de Guatemala

Según el análisis de los datos estimados en la tabla número 14, la producción promedio del área objeto de estudio es de 34.79 toneladas de frijol, bajo el método de producción tradicional, de una cosecha al año en asociación con maíz.

Las estimaciones de la producción promedio de maíz para el proyecto se detalla a continuación.

Tabla 15

Capacidad estimada de producción de maíz de la zona agrícola de La Cerra

Hectáreas del proyecto	Producción promedio (toneladas métricas)
17.50	85.01

Fuente: Elaboración propia con base a datos del Banco de Guatemala

Según el análisis de los datos estimados en la tabla número 15, la producción promedio del área objeto de estudio es de 85.01 toneladas de maíz, bajo el método de producción tradicional, de una cosecha al año en asociación con frijol.

4.3.6. Método de riego propuesto

El método de riego propuesto es un método de riego por goteo, el cual se enfoca en utilizar de forma eficiente el uso del agua, la extensión territorial abarcar es de 17.5 hectáreas, por lo cual se dividió el terreno en tres fases, se bombeará agua 1 día a la semana en cada fase por un lapso de 6 horas, de 4 a.m. a 9 a.m., esto con el fin de evitar la evaporación, el riego se realizar en la época seca del año que corresponde a los meses de noviembre a abril y en las canículas que se presenten en la época de lluvia.

El bombeo será eléctrico, la capacidad de la bomba es de 17 hp, la tubería utilizará será de PVC para las líneas principales y secundarias, la ramificación de la tubería en las parcelas de los agricultores será cintas de goteo planas y serán conectadas a las tuberías secundarias por medio de adaptadores de PVC, la fertilización de las plantas se realizará mediante un equipo de inyección de fertilizantes de 500 litros que ira conectada a la tubería principal del proyecto.

Con el método de riego propuesto se cosecharán dos veces al año iniciando el proceso en el mes de enero y cosechando los granos en el mes de junio, la segunda cosecha iniciara en el mes de julio y terminara en diciembre, el proceso de cultivo es por asociación de plantas de maíz y frijol.

4.3.6.1. Diseño de riego por goteo

El método de riego propuesto es un sistema de riego localizado, permite que el agua sea aprovechada al máximo, ya que el bulbo de mojado queda en el área radicular de la planta, evitando con ello el desperdicio del vital líquido. La cinta tiene integrado a sus paredes goteros o emisores con laberintos, dando mejor uniformidad en el riego.

Los componentes necesarios para el método de riego propuestos se detallan a continuación:

4.3.6.2. Bomba de agua eléctrica

Para el proyecto se estima instalar una bomba eléctrica de 17 caballos de fuerza, la cual proporciona un caudal de 28.40 metros cúbicos por hectárea, con el cual se cubre la necesidad del proyecto.



Figura 23: Bomba 17 HP para el proyecto.
Fuente: cartegomart.com

4.3.6.3. Red de distribución del sistema de riego.

Para la red de distribución de las líneas primarias y secundarias, fue necesario realizar el mapeo y marcaje de la extensión de tierra, para la instalación de la línea principal se realizó el proceso de zanjeo para introducir la tubería y posterior cierre de la zanja, ya que la tubería debe estar enterrada, la tubería secundaria se instaló de forma superficial en el ingreso de cada parcela de los agricultores, las conexiones de las cintas de riego fueron detalladas por cada agricultor, según la forma en la que tienen dividida su extensión de tierra.

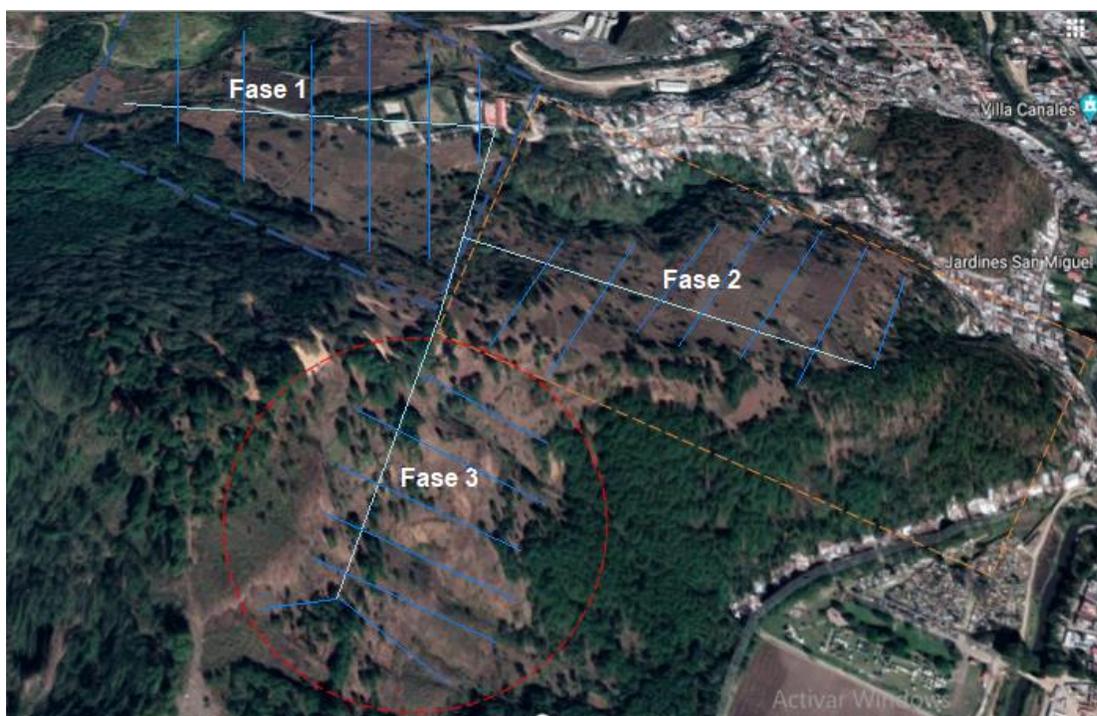


Figura 24: Esquema de tubería principal y secundaria de sistema de riego por goteo.

Fuente: Elaboración propia.

La extensión territorial del proyecto se dividió en tres fases, cada fase se regará una vez a la semana por 6 horas, con el fin de no forzar al máximo el equipo de bombeo, las líneas grises que se observan en la imagen representan la tubería principal y las líneas azules la tubería secundaria, en cada tubería secundaria irán conectadas las mangueras o cintas de goteo.

4.3.6.4. Cintas de goteo

Las cintas de goteo permiten conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicar a los cultivos a través de emisores pequeños volúmenes de agua de forma periódica, los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra utilizaron mangueras de pared ultra delgadas, que poseen la capacidad de enrollarse y hacerse plana, debido a la facilidad de manejo de las cintas, estas serán ubicadas desde el inicio de la siembra de maíz y se retirarán al momento que inicie el proceso de doblado de la milpa.



Figura 25: Ejemplo de cinta de goteo para sistema de riego

Fuente: comercialderiegos.com

El diametro de las cintas 16 mm (5/8"), el espesor de la pared es de 0.9mm, el largo maximo de este modelo de cinta es de 150 metros lineales, para el proyecto el requerimiento de las cintas dependera de la extensión de tierra que tiene cada agricultor, la cintas se conectaran a la tubería secundaria a traves de conectores de PVC como se ilustra en la figura 24, la separación necesaria entre goteros es de 30 cm, el caudal de los goteros es de 3.16 l/h (litros por hora).



Figura 26: Ejemplo de conexión de cinta de goteo a tubería secundaria.
Fuente: comercialderriegos.com

4.3.6.5. Equipo de inyección de fertilizantes

Este tipo de equipo se utiliza para inyectar al sistema fertilizantes, para este proceso se consideró un depósito de almacenamiento con una capacidad de 500 litros, el proceso es aplicar el fertilizante en el tanque el cual está conectado a la tubería con una entrada que se extiende hasta el fondo para mezclar el fertilizante y una salida superior por donde sale la solución fertilizante.



Figura 27: Ejemplo de equipo de inyección de fertilizantes similar al propuesto.
Fuente: traxco.es

4.3.7. Producción estimada de granos básicos con método de riego por goteo.

Los principales beneficios del método de riego por goteo son el aumento de la eficiencia del uso del agua entre un 90 a 95% comparado con un sistema de riego por aspersión en el cual la eficiencia del uso del agua es de 80 a 85% , así como el aumento de la productividad, debido a que se estima cosechar en la época seca del año y lograr 2 cosechas anuales, el rendimiento de los productos al utilizar el método de riego por goteo se duplica, las estimaciones de la productividad del proyecto bajo el supuesto antes mencionado se presentan a continuación.

Tabla 16

Estimación de producción de maíz con método de riego por goteo

Hectáreas del proyecto	Producción promedio (toneladas métricas)
17.50	170.02

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de la producción de frijol se calculó bajo el supuesto que se pueden realizar dos cosechas al año, a continuación, se detalla la producción.

Tabla 17

Estimación de producción de frijol con método de riego por goteo

Hectáreas del proyecto	Producción promedio (toneladas métricas)
17.50	69.58

Fuente: Elaboración propia.

El aumento del rendimiento de ambos productos con base al método de riego por goteo, trae consigo el aumento de costos relacionados al proceso de producción, el tiempo que los agricultores deben dedicar al cultivo, los costos de mantenimiento del equipo de bombeo, tuberías, goteros y accesorios, así como, el aumento de ingresos para los agricultores y el desarrollo para sus familias y comunidad.

4.3.8. Estimación del costo de inversión

La estimación del costo de la inversión inicial, se realizó con base a los cálculos de Marco Villegas (2016), el cual calculó la inversión de un sistema de riego por hectárea, la extensión de tierra cultivable de los agricultores es de 17.5 hectáreas, con esta información se calculó el costo de la inversión inicial para el proyecto, el cual se detalla a continuación.

Tabla 18

Costo inicial de sistema de riego por goteo en la zona agrícola de La Cerra

Rubro	Costo total
Equipo de riego, tubería de PVC y Accesorios de PVC + instalación	Q361,600.74
Sistema de bombeo + instalación	Q337,139.15
Sistema de filtrado + instalación	Q12,917.65
Sistema de inyección + instalación	Q10,808.82
Valor de la inversión	Q722,466.35

Fuente: Elaboración propia con base a información de Villegas (2016)

Como se puede observar en la tabla 18 los equipos de tubería, accesorios y el sistema de bombeo representan el 97% de la inversión, por lo cual es de suma importancia tomar en cuenta el rubro de mantenimiento dentro de los costos fijos del proyecto.

4.4. Estudio ambiental

El siguiente apartado tiene como finalidad establecer el impacto ambiental que el proyecto puede generar, con el objetivo de prevenir, mitigar y restaurar los daños ambientales y apegarse a la regulación establecida en el país.

4.4.1. Identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales

De acuerdo al Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades (Acuerdo Ministerial No.204-2019), el proyecto se clasifica como:

Tabla 19
Instrumento de Evaluación y Proceso según Categoría

a. Categoría	b. Instrumento de Evaluación	c. Proceso de su Ruta de Decisión
C	Evaluación Ambiental Inicial (EAI)	A- Presentación de la evaluación de impacto ambiental inicial EAI al MARN, y éste determine los términos de referencia que hay que cumplir.

Fuente: Elaboración propia con base a información obtenida en el MARN

El proyecto cumple con las especificaciones descritas en el listado taxativo, Sector 01, Agrícola; Subsector K, Actividades de apoyo a la agricultura, Manejo de sistemas de riego para fines agrícolas, según la extensión territorial que abarca de 175 000 metros cuadrados, lo cual es igual a 17.5 hectáreas, el proyecto es clasificado como un proyecto Categoría Tipo C (De bajo impacto ambiental), derivado de ello el presente instrumento ambiental estará enfocado a cumplir todos los requisitos que el MARN solicita para la correcta inscripción.

4.4.1.1. Emisiones

El proyecto no generara particular atmosféricas por actividades relacionadas al proceso productivo, debido a que no es necesario la utilización de maquinaria, todos los procesos son manuales.

La emisión de gases que producirá el proyecto es debido al uso de vehículos para el traslado de las materias primas y producto terminado al centro de distribución, los cuales por utilizar combustible generan monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂), y la quema del rastrojo, debido a que al terminar la cosecha las plantas muertas se arrancan del suelo y por lo general la mayoría de los agricultores las queman, el cual es perjudicial para el medio ambiente.

4.4.1.2. Ruidos y vibraciones

La generación de ruido y vibración que puede generarse es únicamente por el traslado de las materias primas e insumos, ya que la afluencia de los agricultores se estima que no sea significativa, debido a que por lo general de 1 a 2 agricultores trabajan como mínimo en 0.7050 hectárea (1 manzana), por lo cual estas variables no generan un impacto negativo en el ambiente.

4.4.1.3. Olores

La generación de olores generada por la producción de maíz y frijol no genera impactos negativos al medio ambiente, debido a que el producto, fertilizantes y pesticidas no generan grandes olores y los restos que produce el proceso tales como raíces y hojas son desechos orgánicos que se degradan rápidamente y no generan olor.

4.4.1.4. Aguas residuales

El proyecto contara con descarga de aguas residuales del tipo ordinario, que se deriva de actividades de higiene de los agricultores, los fertilizantes y plaguicidas pueden causar contaminación en el agua, debido a que se pueden filtrar en las aguas subterráneas o ser arrastradas a cursos de agua, esta actividad si genera un impacto en el medio ambiente, pero debido al método de riego propuestos el cual aumenta la eficiencia de la utilización del agua, se estima que no sea significativo.

4.4.1.5. Contaminación visual

La contaminación visual del área de estudio es nula, debido a que la zona está destinada para producción agrícola y no genera una saturación visual en el entorno, por la ubicación del lugar puede afectar en cierta manera el área turística del Parque Regional Municipal La Cerra, pero se estima que no es significativo.

4.4.2. Evaluación del Impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental se basara en la instalación del sistema de riego, pues la actividad agrícola persiste con o sin proyecto, para la valoración de los impactos ambientales se ha empleado la matriz de Leopold en donde se evalúa los aspectos ambientales en cada una de las actividades u operaciones identificadas del proyecto, es decir, se evalúan las interacciones entre los diferentes aspectos ambientales y cada una de las operaciones principales de la producción de maíz y frijol. Esta valoración es semicuantitativa, ya que asigna valores a los impactos basados en el criterio técnico de los asesores del proyecto. Esta valoración toma los siguientes aspectos.

La determinación de tipo (signo) de afectación del impacto, es decir, si el impacto es beneficioso o perjudicial para el ambiente, para ello se asigna valores positivos (+) a los impactos beneficiosos y valores negativos (-) a los impactos perjudiciales. Si la operación no tiene relación o no causa impacto en el aspecto que se está evaluando, se dejan valores de cero (0) en las otras variables.

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.

Es importante señalar que esta metodología es diseñada para evaluar los impactos ambientales normales de operación y no el riesgo ambiental. A fin de respaldar las valoraciones se han documentado las descripciones para cada una de las interacciones ponderadas para el proyecto.

MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

Factor			Acciones											Total					
			Establecimiento				Preparación de materiales			Producción									
			Limpieza de terreno	Construcción cuarto de almacenamiento	Quema de rastrojo	Desinfección de instalaciones	Transporte de materiales	Almacenamiento de materiales	Preparación de agroquímicos	Preparación de semilla	Siembra y trasplante	Riego y Fertilizante	Tutorado	Control de plagas y enfermedades	Cosecha	Almacenamiento	Manejo de desechos		
A. CARACTERÍSTICAS	TIERRA	Suelos	-1	2		4								-1				-12	
			1	1		2								1					
	AGUA	Calidad															-1	-1	
		Recarga														-3	1	-3	
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	-3	2				-1										-12	
			3	1				1										-4	
		Arbustos	-2	2															-4
			1	1														-4	
	FAUNA	Pájaros (Aves)	-1	-1															-2
			1	1															-2
Animales terrestres incluso reptiles		-1	-1															-2	
		1	1														-5		
		Insectos	-1	-1								-4			1			-5	
			1	1								1			1			23	
C. FACTORES CULTURALES	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	Nivel Cultural	2	1						4				3		1		23	
		Empleo	2	1						2				3		1		23	
		Vertederos de residuos						-1									1	-1	
								1										-1	
Total			-13	-10	0	-8	0	-1	-1	0	8	0	0	-5	9	0	-2	-23	

Figura 27: Matriz de Leopold para evaluación de impacto ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Valoración de los impactos ambientales

Los aspectos que se estarán evaluando en el presente Estudio Ambiental se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 20
Variables Evaluadas en el instrumento ambiental

Ítem	Variable
Tierra	Suelos
Agua	Calidad
	Recarga
Flora	Árboles
	Arbustos
	Hiervas
Fauna	Pájaros (Aves)
	Animales terrestres incluso reptiles
	Insectos
Nivel cultural	Empleo
Servicios e infraestructuras	Vertederos de residuos
Relaciones ecológicas	Uso eficiente del agua

Fuente: Elaboración propia

Luego de la evaluación se ha encontrado que las operaciones del proyecto no tienen impactos ambientales significativos o de mayor grado de adversidad. Esto se debe principalmente al método de riego que se propone implementar. Entre los aspectos más relevantes se tienen los relacionados a la emisión de gases de CO₂ y CO a causa de la combustión de hidrocarburos por parte de los vehículos para el transporte de materias primas y productos terminados, debido a esto los impactos de la operación como tal son bajos.

4.4.4. Plan de gestión ambiental

El proyecto corresponde a producción de granos básicos a través del método de riego por goteo, en el Parque Regional Municipal La Cerra. Comprende desde la preparación del terreno, la cosecha de los granos básicos y su respectivo almacenaje.

Tabla 21

Caracterización de impacto ambiental del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Impactos	Características					
	Certidumbre	Extensión	Duración	Riesgo	Reversibilidad	Signo
1. Emisiones al aire de gases efecto invernadero.	Cierto Menor del 50%	Puntual (P)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	Insignificante (o)
2. Ruidos y vibraciones	Cierto Menor del 50%	Puntual (P)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	(+/-) Según magnitud
3. Olores por sustratos y fertilizantes	Cierto Menor del 50%	Puntual (P)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	Insignificante (o)
4. Impacto Vial	Cierto Menor del 50%	Local (L)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	Insignificante (o)
5. Aguas residuales	Cierto Menor del 50%	Local (L)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	(+/-) Según magnitud
6. Contaminación visual	Cierto Menor del 50%	Local (L)	Temporal (T)	Bajo	Reversible (R)	Insignificante (o)

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la información de la tabla 21 hay ciertos impactos que el proyecto podría desarrollar, pero ninguno ellos no sobrepasan el 50% de certidumbre, es porque el método de riego por goteo utilizar de forma eficiente el agua y se aplicara los consumos necesarios de fertilizante a las plantas, sin afectar los mantos acuíferos del sector.

4.4.5. Medidas de mitigación

Las medidas que se proponen para mitigar o controlar los impactos mencionados se presentan a continuación.

Tabla 22

Medidas de mitigación y contingencia del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Impactos	Medidas de Mitigación
1. Emisiones de gases efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none"> • Como medida de mitigación se propone realizar mantenimientos preventivos a los vehículos utilizados en el proyecto cada 6 meses. • Incorporación de rastrojo al suelo, para lo cual se propuso a los agricultores arrancar las plantas, juntarlas en el centro y picarlas, ya picadas esparcirlas en el terreno para que se incorporen naturalmente al suelo, esto mejorara la formación de suelo orgánico.
2. Ruidos y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Como medida de contingencia se buscaría que los vehículos no realicen visitas a la zona de cosecha en horarios antes de las 8 de la mañana ni después de las 16 horas para respetar así los horarios de descanso de la población. • También se propone capacitar a los pilotos conductores acerca de régimen de revoluciones a los que deben circular los vehículos, gestión de paradas. De igual manera el adecuado mantenimiento de los vehículos.
3. Olores por sustratos	<ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación con respecto a los olores de los fertilizantes, se utilizará un sistema de fertilización totalmente sellado.
4. Aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • El método de riego por goteo es una medida de mitigación, debido a que provee a las plantas las dosis necesarias de fertilizante, con lo cual se evita que los químicos utilizados en el fertilizante se laven y lleguen a los ríos y lagos. • Para el manejo de aguas residuales provenientes de métodos de higiene actualmente los agricultores utilizan los sanitarios existentes al lado del campo de futbol, el cual está al inicio de la zona agrícola del parque.
5. Contaminación visual	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de granos básicos en el área de estudio sea realizada durante varias décadas por lo cual no existe ninguna obstrucción visual que afecte el entorno de los vecinos del sector.

Fuentes: Elaboración propia.

Se debe dejar establecido que los responsables de efectuar la medida de mitigación y controlar que se cumplan debe ser un compromiso de la administración del proyecto y para asegurar la calidad de estas se proponen que puedan contratar los servicios de consultores para cumplir con las responsabilidades adquiridas.

4.5. Estudio financiero

El estudio financiero permite demostrar la viabilidad y beneficios económicos que puede generar la inversión en la tecnificación del sistema de riego por goteo para la producción de un proyecto agrícola como lo es el propuesto en este estudio.

4.5.1. Análisis de costos

Para el análisis de los costos se tomaron en cuenta dos estimaciones, la primera con referencia a los costos asociados al proceso artesanal de cultivo, la segunda a los costos asociados al método de riego por goteo.

Para la estimación de costos asociados al proceso de cultivo artesanal se tomó como base la información del instituto de ciencias y tecnologías agrícolas -ICTA- (2012) y actualización de los precios de insumos agrícolas al año 2020, los cuales reflejan los costos de la producción de maíz y frijol por manzana, para efectos del estudio, una manzana es igual a 0.7050 hectárea.

Tabla 23

Costos totales anuales del proyecto del cultivo tradicional de maíz y frijol.

Rubro	Costo (Quetzales)
Arrendamiento	Q0.00
Preparación de terreno	Q20,000.00
Mano de obra	Q75,000.00
Insumos agrícolas	Q60,000.00
Total	Q155,000.00

Fuente: Elaboración propia con base a información del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas ICTA (2012)

Como se observa en la tabla 23, el costo del arrendamiento de la tierra es cero debido a que la cuota que los agricultores pagan a la municipalidad de San Miguel Petapa es simbólica, además de ello en la entrevista realizada al agricultor Yovani Gomar comento que en la actualidad ningún agricultor paga la cuota.

El rubro de la mano de obra incluye la siembra, limpiezas manuales, aplicación de plaguicidas, dobla, cosecha y desgrane, mientras que el rubro de insumos agrícolas

incluye fertilizantes y herbicidas, el costo de la semilla no se tomó en cuenta debido a que en el proceso del desgrane los agricultores escogen las semillas de su propia cosecha.

Tabla 24

Costos totales del sistema de riego por goteo de maíz y frijol.

Rubro	Costo (Quetzales)
874 horas de bombeo (anual)	Q83,816.64
Mantenimiento del sistema	Q12,960.00
Total	Q96,776.64

Fuente: Elaboración propia con base a Villegas (2016)

Los costos del sistema de riego incluyen, el costo de la energía eléctrica, para el cual se estima un riego de 6 horas por tres días a la semana, anualmente se utilizarán 874 horas para la producción de dos cosechas, así como el mantenimiento del sistema de riego que incluyen el mantenimiento de la bomba, la red de tubería principal, secundaria, las cintas de goteo y el equipo de fertilización. Los costos totales del proyecto se detallan a continuación.

Tabla 25

Costos totales de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	Costo (Quetzales)
Costo producción tradicional	Q155,000.00
Costo de sistema de riego	Q96,776.64
Total	Q251,776.64

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Análisis de ingresos

Para el análisis de ingresos se tomó en cuenta el aumento de la producción con base al método de riego de goteo, el sistema de riego permitirá producir en la época seca del año, por lo cual se producirá dos cosechas anuales y el precio promedio de los productos, se con base a los últimos 5 años según los registros del MAGA del año 2020.

Tabla 26

Ingresos anuales de la producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	Producción anual (toneladas métricas)	Ingresos anuales
Maíz	170.20	Q220,228.02
Frijol	69.58	Q270,573.08
	Total	Q490,801.10

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos recabados en la tabla 26, la producción de maíz representa el 45% de los ingresos del proyecto y el frijol representa el 55% de los ingresos del proyecto, esto es debido al precio de mercado de cada producto ya que productivamente el maíz tiene un rendimiento mayor que el frijol por metro cuadrado.

4.5.3. Supuestos financieros

Debido a la incertidumbre y riesgos asociados a los proyectos de inversión en transcurso del tiempo de vida del proyecto, es de suma importancia establecer supuestos financieros, que se utilizaran en el estudio financiero del proyecto, los cuales se detallan a continuación.

- Proyección de ingresos y egresos: disminución anual de los ingresos en un 10% e incremento anual de los costos totales en un 10%, supuesto basado en la situación actual a nivel mundial, ya que existe un alza de los precios de las materias primas y transporte, lo cual impacta directamente en las variables de ingresos y costos del proyecto.

- La inversión inicial se financiará en un 40% con capital propio y un 60% mediante un préstamo bancario.
- La tasa de interés del préstamo es del 18%.
- Previsión de otros gastos no contemplados del 3% sobre el costo de los productos, supuesto asociado a la situación sanitaria actual, lo cual está generando un aumento general del precio de las materias primas.
- Depreciación del sistema del riego en línea recta en un periodo de 5 años
- Valor de rescate del 10% de la inversión al final de la vida útil del proyecto, se considera que la bomba, accesorios y sistema de fertilización serán los únicos que tendrán un valor comercial en el mercado al finalizar el proyecto.
- Impuesto sobre la renta del 25% según la legislación actual del país.

4.5.4. Fuente de financiamiento

La inversión inicial del proyecto se financiará a través de capital propio por un monto de Q. 288,987.00 que representa el 40% de la inversión y el 60% restante será financiado a través de un préstamo bancario por monto de Q. 433,480.00, en un periodo de 5 años con una tasa de interés del 18%, el cálculo de la amortización de la deuda se presenta a continuación.

Tabla 27

Amortización de préstamo bancario para el financiamiento del proyecto de implementación del riego por goteo.

Año	Saldo Inicial	Amortización a Capital	Amortización a Intereses	Saldo
1	Q433,480.00	Q60,590.90	Q78,026.40	Q372,889.10
2	Q372,889.10	Q71,497.26	Q67,120.04	Q301,391.84
3	Q301,391.84	Q84,366.77	Q54,250.53	Q217,025.07
4	Q217,025.07	Q99,552.79	Q39,064.51	Q117,472.29
5	Q117,472.29	Q117,472.29	Q21,145.01	Q0.00
	Total	Q433,480.00	Q259,606.49	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27 se puede observar la distribución de la cuota nivelada y de las amortizaciones que se tienen proyectado realizar durante el tiempo que dure el pago del préstamo.

4.5.5. Cálculo de la tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA)

Para el cálculo de la tasa de rendimiento mínima aceptada para el proyecto de producción de granos básicos con base al método de riego por goteo, se utilizó una tasa de costo capital del 10%, el porcentaje está basado en estimaciones de proyectos similares ejecutados con anterioridad, también se consideró la tasa de riesgo país que equivale al 9.24% la cual supone una pérdida financiera a consecuencia de problemas macroeconómicos o políticos que puedan ocurrir en el país en que se invierte; según la publicación efectuada en enero de 2019 por la entidad Moody's. y por último la tasa de inflación corresponde al promedio de las tasas de los años 2010 a 2020. El cálculo es el siguiente:

Tabla 28

Tasa de inflación promedio de la república de Guatemala en el año 2020

Periodo	Tasa de inflación
2010	3.86
2011	6.21
2012	3.80
2013	4.34
2014	3.42
2015	2.39
2016	4.45
2017	4.42
2018	3.76
2019	3.71
2020	3.21
Promedio	3.96

Fuente: Elaboración propia con base a información del Banco de Guatemala.

Según Instituto Nacional de Estadísticas (INE) la tasa de inflación en Guatemala del año 2020, según cálculo corresponde a 3.96. A continuación, se calcula la tasa de descuento, la cual se utilizará para la evaluación del proyecto.

Tabla 29

Cálculo de la tasa de descuento para el proyecto del cultivo de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	Tasas
Inflación	3.96%
Riegos País	9.24%
Tasa del Inversionista	10.00%
Total	23.20%

Fuente: Elaboración propia

La tasa de costo de capital estimada para el proyecto será de 23.20%, en esta se considera la inflación debido a que en el transcurso del tiempo puede existir un aumento de los precios de los bienes y servicios, así como la tasa de riesgo país debido a la situación política y económica actual de Guatemala y por último la tasa de que inversionista espera obtener por invertir en el proyecto.

4.5.6. Flujo neto de fondos

Tabla 30

Cálculo de flujos de fondos netos proyectados para proyecto de riego por goteo

Rubro	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial						
Préstamo	Q433,480					
Capital propio	-Q288,987					
Ingresos						
Maíz		Q220,228.02	Q242,250.82	Q266,475.91	Q293,123.50	Q322,435.85
Frijol		Q270,573.08	Q297,630.39	Q327,393.43	Q360,132.77	Q396,146.04
Total de Ingresos		Q490,801.10	Q539,881.21	Q593,869.33	Q653,256.26	Q718,581.89
Costo producción tradicional		Q155,000.00	Q170,500.00	Q187,550.00	Q206,305.00	Q226,935.50
Costo de sistema de riego		Q96,776.64	Q106,454.30	Q117,099.73	Q128,809.71	Q141,690.68
Total de egresos		Q251,776.64	Q276,954.30	Q304,649.73	Q335,114.71	Q368,626.18
Otros gastos		Q7,553.30	Q8,308.63	Q9,139.49	Q10,053.44	Q11,058.79
Depreciaciones (20%)		Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27
Intereses		Q78,026.40	Q67,120.04	Q54,250.53	Q39,064.51	Q21,145.01
Utilidad antes de impuesto		Q8,951.49	Q43,004.97	Q81,336.30	Q124,530.33	Q173,258.64
Impuesto 25%		Q2,237.87	Q10,751.24	Q20,334.08	Q31,132.58	Q43,314.66
Utilidad después de impuesto		Q6,713.62	Q32,253.73	Q61,002.23	Q93,397.75	Q129,943.98
Depreciación		Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27	Q144,493.27
Valor de rescate						Q28,898.65
Amortización de capital		Q60,590.90	Q71,497.26	Q84,366.77	Q99,552.79	Q117,472.29
Inversión inicial	-Q288,986.54					
FNF	-Q288,986.54	Q90,615.99	Q105,249.74	Q121,128.73	Q138,338.23	Q185,863.62

Fuente: Elaboración propia.

Con base a la investigación realizada se proyectan los flujos de caja en un horizonte de tiempo de 5 años con un incremento de los ingresos y egresos del 10% a partir del segundo año, la estimación de otros gastos no previstos en las estimaciones de costos del 3% sobre el costo total de los productos, la depreciación de sistema de riego por el método de línea recta en un periodo de 5 años, así como el cálculo del impuesto sobre la renta del 25% según la legislación actual del país y por último el monto de la inversión inicial.

4.5.7. Evaluación financiera por medio de indicadores de rentabilidad

En el siguiente apartado se presenta los resultados de la investigación y análisis con la evaluación financiera de la inversión para el proyecto de producción de granos básicos por medio del sistema de riego por goteo en la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, el proyecto se evaluara a través del valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (B/C), el índice de rentabilidad (IR) y periodo de recuperación de la inversión, todo ello con el fin de evaluar la factibilidad financiera del proyecto.

4.5.7.1. Valor Actual Neto de la inversión (VAN)

A continuación, el cálculo del valor actual neto de acuerdo con el flujo neto de caja elaborado a cinco años según la tabla 30.

Tabla 31

Cálculo de valor actual neto del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	0	1	2	3	4	5
FNF	-Q288,986.54	Q90,615.99	Q105,249.74	Q121,128.73	Q138,338.23	Q185,863.62
Facto de descuento	$1/((1+0.232)^0)$	$1/((1+0.232)^1)$	$1/((1+0.232)^2)$	$1/((1+0.232)^3)$	$1/((1+0.232)^4)$	$1/((1+0.232)^5)$
Factor de actualización 23.2%	1.0000	0.8117	0.6588	0.5348	0.4341	0.3523
FNF Actualizado	-288986.5412	73551.9391	69342.5163	64776.1361	60048.1168	65484.8523
Estime el valor presente neto -VPN						
VPN =	Q44,217.02					

Fuente: Elaboración propia.

Según los criterios de aceptación en la utilización del indicador financiero Valor Actual Neto (VAN), para que el proyecto sea rentable el VAN debe ser mayor a cero, según los cálculos realizados en la tabla 31 el valor actual neto del proyecto es Q.44, 272.02, por lo cual se establece que la propuesta del método de riego por goteo para los agricultores de granos básicos del Parque Regional Municipal La Cerra, es financieramente viable.

4.5.7.2. Tasa interna de retorno financiera (TIRF)

La tasa interna de retorno financiera se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Tomando en cuenta los datos representados a lo largo del estudio, el cálculo de la tasa interna de retorno se presenta a continuación:

Tabla 32

Cálculo de la tasa interna de retorno financiera del proyecto de producción de maíz y frijol con e método de riego por goteo.

	1.0000	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
Factor de actualización 10%						
FNF Actualizado	-288986.54	82378.17	86983.25	91005.81	94486.87	115406.68
VPN =		181274.2				
Calcular la tasa interna de retorno -TIR						
Tir =	Ra	+	[Dr . N a / (N a + Nb)]			
	0.23	+	(((0.10-0.232)*0.10)/(-204911.96-(2028.28))			
TIR =	0.23	+	4.258547008668E-02			
TIR =	27.46%					

Fuente: Elaboración propia.

La tasa interna de retorno calculada es de 27.46% y según los parámetros de aceptación la tasa de ser mayor a la tasa de descuento para que el proyecto sea aceptado, para este caso la tasa de descuento es de 23.2%, por lo cual el proyecto es financieramente aceptado.

4.5.7.3. Relación beneficio costo (B/C)

Para determinar la viabilidad del proyecto, es necesario determinar si los ingresos que se obtendrán de la inversión son superiores a los egresos, según los datos del flujo de fondo de la tabla 30 el indicador se calcula de la siguiente forma:

Tabla 33

Cálculo de la relación beneficio/costo del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Relación beneficio costo - Rel B/C	
Valor actual de los ingresos	Q1,616,653.64
Valor actual de los costos	Q1,114,076.03
Rel, B/C	1.45

Fuente: Elaboración propia.

Según los criterios de aceptación para que el proyecto sea viable la relación beneficio costo debe ser mayor a 1, en el caso del proyecto el resultado es 1.45 por lo cual el proyecto es financieramente viable.

4.5.7.4. Índice de rentabilidad (IR)

A continuación, según los datos analizados se calcula el índice de rentabilidad, el cual indica la ganancia por cada unidad monetaria invertida en el proyecto.

Tabla 34

Cálculo del índice de rentabilidad del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Índice de rentabilidad IR	
IR= Inv+VN/Invr	IR= (Inversión + Valor actual neto) / Inversión
	IR= $\frac{288986.5412 + 44217.0195}{288986.541}$
	IR= 1.153007193

Fuente: Elaboración propia.

Según los criterios de aceptación para que el proyecto genere rentabilidad el indicador debe ser mayor a 1, el resultado de los cálculos realizados es 2.81 se infiere que el proyecto es factible debido a que por cada quetzal invertido el proyecto genera ganancias de Q. 1.15.

4.5.7.5. Periodo de recuperación de la inversión

Para determinar el año en el cual el inversionista recupera la inversión, se comparan los flujos de fondos netos descontados obtenidos en el periodo de vida útil del proyecto.

Tabla 35

Cálculo del periodo de recuperación de la inversión del proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Periodo de recuperación de la inversión – Payback					
PRI=	$\frac{I}{BN}$		$\frac{288986.541}{BN}$		
AÑO	INVERSION	COSTOS	INGRESOS	FNF	FNF ACUM
0	Q288,986.54				
1		Q251,776.64	Q490,801.10	Q90,615.99	Q90,615.99
2		Q276,954.30	Q539,881.21	Q105,249.74	Q195,865.72
3		Q304,649.73	Q593,869.33	Q121,128.73	Q316,994.45
4		Q335,114.71	Q653,256.26	Q138,338.23	Q455,332.69
5		Q368,626.18	Q718,581.89	Q185,863.62	Q641,196.31

Fuente: Elaboración propia.

Según los cálculos realizados la inversión del proyecto se recuperará en 3 años y 11 meses, por lo cual el proyecto es viable debido a que la inversión se recupera dentro del periodo de la vida útil del proyecto.

4.5.8. Análisis de escenarios

A continuación, se presenta los análisis de sensibilidad del proyecto utilizando las variaciones básicas, esto es para saber hasta cuanto es capaz el proyecto de soportar los cambios económicos.

Se realizó un análisis de las variables que son más susceptibles al flujo de caja y en base a ese análisis se determinaron los siguientes escenarios:

- Escenario No. 1: Disminución del 10% de ingresos por medio de las ventas proyectadas
- Escenario No. 2: Incremento de costos del 10%.

4.5.8.1. Escenario de sensibilidad aumento de ingresos

Debido a que el precio del producto se encuentra sujeto a la oferta y demanda, el proyecto se puede ver afectado en forma negativa por lo que se estima una disminución del 10% de los ingresos del flujo proyectado.

Tabla 36

Cálculo de flujos de fondos netos proyectados disminución de ventas 10% para el proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial						
Préstamo	Q433,480					
Capital propio	-Q288,987					
Ingresos						
Maíz		Q198,205	Q218,026	Q239,828	Q263,811	Q290,192
Frijol		Q243,516	Q267,867	Q294,654	Q324,119	Q356,531
Total de Ingresos		Q441,721	Q485,893	Q534,482	Q587,931	Q646,724
Costo producción tradicional		Q155,000	Q170,500	Q187,550	Q206,305	Q226,936
Costo de sistema de riego		Q96,777	Q106,454	Q117,100	Q128,810	Q141,691
Total de egresos		Q251,777	Q276,954	Q304,650	Q335,115	Q368,626
Otros gastos		Q7,553	Q8,309	Q9,139	Q10,053	Q11,059
Depreciaciones (20%)		Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493
Intereses		Q78,026	Q67,120	Q54,251	Q39,065	Q21,145
Utilidad antes de impuesto		-Q40,129	-Q10,983	Q21,949	Q59,205	Q101,400
Impuesto 25%		Q0	-Q2,746	Q5,487	Q14,801	Q25,350
Utilidad después de impuesto		-Q40,129	-Q8,237	Q16,462	Q44,404	Q76,050
Depreciación		Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493
Valor de rescate						Q28,899
Amortización de capital		Q60,591	Q71,497	Q84,367	Q99,553	Q117,472
Inversión inicial	-Q288,986.54					
FNF	-Q288,987	Q43,774	Q64,759	Q76,589	Q89,344	Q131,970

Fuente: Elaboración propia.

Al comprar el escenario normal contra el escenario con reducción de ventas del 10%, se establece que el cambio en la variable del ingreso genera que el proyecto disminuya su rentabilidad en un 63%, todos los años se tienen flujos de fondos positivos.

4.5.8.2. Escenario de sensibilidad incremento de costos.

En el siguiente escenario se estima que puede existir un aumento de los costos del proyecto en un 10%, debido al aumento de los precios de los bienes y servicios, especialmente tomando en cuenta la situación sanitaria actual a nivel mundial.

Tabla 37

Cálculo de flujos de fondos netos proyectados aumento de costos del 10% para el proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Rubro	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial						
Préstamo	Q433,480					
Capital propio	-Q288,987					
Ingresos						
Maíz	Q220,228	Q242,251	Q266,476	Q293,123	Q322,436	
Frijol	Q243,516	Q267,867	Q294,654	Q324,119	Q356,531	
Total de Ingresos	Q463,744	Q510,118	Q561,130	Q617,243	Q678,967	
Costo producción tradicional	Q170,500	Q187,550	Q206,305	Q226,936	Q249,629	
Costo de sistema de riego	Q106,454	Q117,100	Q128,810	Q141,691	Q155,860	
Total de egresos	Q276,954	Q304,650	Q335,115	Q368,626	Q405,489	
Otros gastos	Q8,309	Q9,139	Q10,053	Q11,059	Q12,165	
Depreciaciones (20%)	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	
Intereses	Q78,026	Q67,120	Q54,251	Q39,065	Q21,145	
Utilidad antes de impuesto	-Q44,039	-Q15,284	Q17,218	Q54,000	Q95,676	
Impuesto 25%	Q0	Q0	Q4,305	Q13,500	Q23,919	
Utilidad después de impuesto	-Q44,039	-Q15,284	Q12,914	Q40,500	Q71,757	
Depreciación	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	Q144,493	
Valor de rescate					Q28,899	
Amortización de capital	Q60,591	Q71,497	Q84,367	Q99,553	Q117,472	
Inversión inicial	-Q288,986.54					
FNF	-Q288,987	Q39,864	Q57,712	Q73,040	Q85,441	Q127,676

Fuente: Elaboración propia.

El escenario de aumento de los costos en un 10%, genera una disminución del 60% de la rentabilidad en comparación al escenario normal detallado en la tabla 30.

A continuación, se presenta el análisis de sensibilidad a través de los indicadores financieros de los escenarios presentados.

Tabla 38

Comparativo de indicadores, análisis de sensibilidad de proyecto de producción de maíz y frijol con el método de riego por goteo.

Indicador	Original	(-) 10% Ingresos	(+) 10% Costos
VAN	Q 44,217.02	-Q 84,555.15	-Q 160,063.27
TIR	27%	11%	-11%
Rel. B/C	1.45	1.31	1.22
Indice Rentabilidad	1.15	0.71	0.45
Payback	3 años 11 meses	más de 5 años	más de 5 años

Fuente: Elaboración propia

El análisis de sensibilidad permite evaluar la viabilidad del proyecto ante cambios en alguna de sus variables clave, manteniéndose el valor de las demás variables constantes, lo cual es de suma importancia para la toma de decisiones, ya que permite identificar las variables con mayor impacto para el proyecto.

Según la información del análisis de los diferentes escenarios, se puede observar que es el proyecto es ampliamente susceptible a los cambios en las principales variables financieras como los ingresos y egresos, en el escenario normal el proyecto es financieramente aceptable según el valor actual neto debido a que el resultado es de Q. 44,217.02, según el criterio de aceptación de este indicador el resultado debe ser mayor a cero, mientras que en los escenarios donde se reducen las ventas en un 10% y aumentan los costos en 10%, el resultado del VAN en ambos escenarios es negativo por lo tanto el proyecto no es financieramente aceptable, ya que no cumple el criterio de aceptación del indicador.

En relación a la Tasa Interna de Retorno, se puede observar que solo el escenario normal satisface el criterio de rentabilidad, ya que la TIR es mayor a la tasa de descuento por lo tanto el proyecto es capaz de cubrir las inversiones, los costos y las ganancias esperadas por los inversionistas, para este caso el escenario normal tiene un TIR positiva de 27%, en el escenario donde disminuyen las ventas la TIR es positiva en un 11%, pero no cumple el criterio de aceptabilidad ya que es menor a la tasa de descuento del proyecto y en el último escenario donde se aumentan los costos en un 10% la TIR es positiva en un 8%, por lo cual tampoco cumple el criterio de aceptación,

como se observa, las variaciones en las diferentes variables claves, si afectan directamente la rentabilidad del proyecto.

La Relación Beneficio Costo, cumple con el criterio aplicado al proyecto propuesto, debido a que el resultado obtenido es de 1.45, lo cual determina la eficiencia en la utilización de los recursos del proyecto, incluso al disminuir las ventas se siguen obteniendo un resultado de 1.31 y al aumentar los costos el indicador se mantiene mayor a 1, por lo cual es proyecto es financieramente eficiente.

El índice de rentabilidad, establece la cantidad de ganancia que se obtienen por cada unidad monetaria invertida, en el escenario normal por cada quetzal invertido el proyecto genera 0.15 centavos de quetzal de ganancia, en los otros escenarios el proyecto no cumple con el criterio de aceptabilidad del indicador, ya que en ambos escenarios el resultado es menor a 1.

Finalmente, el periodo de recuperación de la inversión, en el escenario normal se estima que el inversionista recupere su inversión en 3 años y 11 mes, en el escenario donde las ventas disminuyen en un 10% se estima recuperar la inversión en más de 5 años, mientras que en el escenario donde los costos aumentan en un 10% la inversión será recuperada en más de 5 años, en los últimos dos escenarios no se estima recuperar la inversión dentro de la vida útil estimada del proyecto.

La sostenibilidad del proyecto de la producción de maíz y frijol implementando el método de riego por goteo, como se puede observar en el desarrollo del Trabajo Profesional de Graduación, depende en gran medida que no existan variaciones en los ingresos y egresos estimados en este estudio, por lo cual será necesario la búsqueda de alternativas, como la diversificación de productos con mayores márgenes de rentabilidad, esto con el fin de aprovechar los recursos existentes en el proyecto como extensión territorial, conocimiento agrícola de los agricultores transmitido de generación en generación, y la metodología de riego propuesto en este estudio que permite el aprovechamiento de los recursos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los agricultores, sus familias y la comunidad en general, a través de la generación de ingresos al comercializar los proyectos y creación de nuevos empleos.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los estudios realizados se estableció que es factible la propuesta de implementación del método de riego por goteo para los agricultores artesanales de granos básicos, en el Parque Regional Municipal La Cerra, Municipio de San Miguel Petapa, debido a que el sistema de riego permitirá realizar dos ciclos productivos al año, con lo cual el proyecto es financieramente rentable, debido a que el proyecto cumple con todos los criterios de aceptación de los indicadores financieros evaluados con un VAN positivo de Q. 44,217.02, una TIRF de 27%, la Rel. B/C de 1.45, con un índice de rentabilidad de inversión de 1.15 y la inversión se recuperará en 3 años con 11 meses, es importante mencionar que el proyecto es altamente sensible a los cambios en los ingresos y egresos, lo cual puede generar que el proyecto no sea financieramente viable.
2. La caracterización de los agricultores del Parque Regional Municipal La Cerra, Municipio de San Miguel Petapa, son personas de escasos recursos, cultivan granos básicos en la zona agrícola del parque y realizan otras actividades económicas para cubrir las necesidades de sus familias, los granos básicos cosechados los utilizan para autoconsumo, el 90 % de la población meta tienen un nivel de educación bajo y por lo general son adultos mayores con edad promedio de 40 a 50 años.
3. Existe un mercado potencial en el municipio de San Miguel Petapa departamento de Guatemala, la estimación de consumo de la población del municipio es de 10,298 toneladas de maíz anual y 6,519 toneladas de frijol anual, la producción del municipio no es capaz de cubrir la demanda de granos básicos, debido a que en su mayoría la producción es para autoconsumo, las necesidades de maíz y frijol del municipio son satisfechas a través de la oferta de otros departamentos del país, se considera que existe una alta posibilidad de abarcar un pequeños (5%) nicho de mercado del municipio, si la productividad de los agricultores fuera mayor.

4. La propuesta técnica del proyecto es viable, debido a que existen fuentes de agua y energía eléctrica para poder instalar el sistema de riego, las tuberías principales y secundarias serán de PVC y las ramificaciones dentro de las parcelas de cada agricultor será de cintas de manguera plana con goteros, se utilizara una bomba eléctrica de 17 hp, la fertilización se realizara a través de fertirriego, la extensión territorial abarcar es de 17.5 hectáreas, la cual será dividida en 3 fases, cada fase se regara una vez por semana por un tiempo de 6 horas, el riego se realizara en la época seca del año y durante la canícula en la época de lluvia, la producción será por asociación de cultivos, con lo cual se producirán 2 cosechas al año.
5. Según el análisis de los factores ambientales vinculados al sistema de riego propuesto y la categorización según el Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, el proyecto es tipo "C", de bajo impacto ambiental, y se debe presentar ante el MARN la documentación referente a la Evaluación Ambiental Inicial (EAI).

RECOMENDACIONES

1. El método de riego por goteo permite cosechar durante todo el año, por lo tanto, se recomienda a los agricultores de la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, evaluar la producción de otros tipos de productos con mayor margen de rentabilidad como las hortalizas, para lo cual se recomienda a los agricultores realizar un análisis de los productos agrícolas más rentables con base a la información que brinda el Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAGA- con el fin de aumentar la rentabilidad del proyecto y generar un desarrollo sostenible económicamente de la comunidad.
2. Según el análisis de mercado existe una alta demanda de granos básicos en el municipio de San Miguel Petapa, así como una fuerte carga de oferentes de otros departamentos de país, se recomienda a los agricultores crear una estructura organizativa como una cooperativa que les permita mejorar sus procesos de compra de insumos, planificación de la producción y canales de distribución, con el fin de establecer un proceso organizado para la comercialización de sus productos, para poder organizarse deben reunirse todos los agricultores como primer paso para organizar una junta directiva y que estos sean los encargados de velar por la creación de la cooperativa.
3. Se recomienda a las autoridades municipales trabajar de la mano con los agricultores de la zona agrícola del Parque Regional Municipal la Cerra, debido a que últimamente se han generado conflicto entre estos dos actores ya que la municipalidad quiere reforestar una extensión de tierra donde los agricultores tienen sus cultivos, por lo cual, es importante que la municipalidad de San Miguel Petapa, realice mesas de dialogo con los agricultores para crear un manejo ordenado y sostenible del Parque Regional Municipal La Cerra, para que no existan conflictos y contradicciones.

BIBLIOGRAFÍA

Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán - AMSA-. (2012). *Plan maestro 2012-2016 del Parque Regional Municipal La Cerra*. Guatemala.

Baca, G. (2010). *Evaluación de Proyectos de inversión*. Mexico.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2005). *Indicadores de indicadores de riesgo de desastre y de gestión*. Washington.

Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Shalom.

Bobadilla Díaz, P. D. (1998). *Diseño y Evaluación de Proyectos de desarrollo*. Lima: Perú: Pact-USAID.

Cámara del Agro Guatemala. (2013). *Inteligencia de consumo de Productos Agrícolas*. Guatemala.

CEPAL. (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres*. Santiago.

Chavarria, M. (2001). *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cifuentes Medina, E. (2016). *La Aventura de Investigar: El Plan y la Tesis*. Guatemala: Magna Terra.

Congreso de la República de Guatemala. (1986). *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Guatemala.

Córdoba Padilla, M. (2016). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Bogotá: Editorial Ecoe.

Cruz, E. (2019). *El PRI: uno de los indicadores que más llama la atención de los inversionistas*. Lima.

- De Camino, G. R. (1993). *Esquema para la definición de indicadores. Sostenibilidad de la agricultura y.*
- De Randall, G. (2003). *Principios de Marketing.* Madrid.
- Espinoza, S. (2007). *Los proyectos de inversion: Evaluacion financiera. tecnologica de Costa Rica.* Cartago.
- FAO. (1996). *AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: UN ENFOQUE PARA PRODUCIR Y CONSERVAR.* San José.
- Fuentes Yagüe, J., & Cruz Roche, J. (1990). *Curso elemental de riego.* (Segunda ed.). Madrid: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
- Fuentes, M. (2002). *EL CULTIVO DEL MAIZ EN GUATEMALA, Una guía para su manejo agronómico.* Guatemala.
- Garmendia, J. y. (2008). *Metodología General Para La Evaluación De Proyectos.* Mexico DF: Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.
- Gomar, Y. (4 de Marzo de 2020). Agricultura en el Parque Regional La Cerra. (N. Monterroso, Entrevistador)
- Gutiérrez, J. (2009). *DESARROLLO SOSTENIBLE Y GESTION AMBIENTAL.* Lima.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & y, B. L. (2014). *Metodología de la Investigación.* . México DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, H. (2005). *Formulacion y evaluacion de proyectos de inversion.* Mexico: Thomson.
- Hipp, A. (2004). *El maiz, por dentro y por fuera.* New York : Buenas Letras.
- Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola - ICTA-. (2012). *Aspectos generales y guía para el manejo agronómico del maíz en Guatemala .* Guatemala.

- Kotler, P., Bloom, P., & Hayes, T. (2004). *El Marketing de Servicios Profesionales*. Mexico.
- Luna, R. (2001). *Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos*. Guatemala.
- MAGA. (2005). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria Nutricional*. Guatemala.
- Médez, R. (2016). *Formulación y Evaluación de Proyectos, Enfoque para Emprendedores*. Bogotá: EcoeEdiciones.
- Medina, J. (1988). *Riego por goteo, teoría y práctica* (Tercera ed.). Madrid: Mundi Prensa.
- Miranda, J. (2005). *Gestion de Proyectos*. Bogota: MM editores.
- P., L. B. (2013). *Evaluación de proyectos de inversión*. . Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Pongutá, H. J. (2003). *Guia Para El Almacenamiento, Manejo Y Conduccion Del Agua*. Bogota.
- Ramírez, D. (2000). *Contabilidad Administrativa*. Mexico.
- Rodríguez, F. (2019). *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión: Una Propuesta Metodológica*. Mexico: IMCP.
- Rodriguez, R. (2004). *Manual Evaluación de Impacto Ambiental*. Managua.
- Rosales, R. (2005). *Formulación y Evaluación de proyectos*. San Jose.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). *¿Qué son los granos básicos?* Mexico.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. (2002). *Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos*. Guatemala.

Tiberti, M. (2015). *Formulación y Evaluación de un Proyecto de Inversión*. Buenos Aires.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Postgrado. . (2018). *Instructivo para elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes*. Guatemala.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Documentación Vitalino Girón Corado. . (2001). *Normas para la Elaboración de Bibliografías en Trabajos de Investigación*. Licda. Dina Jiménez de Chang. Guatemala.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. . (2009). *Guía para la Elaboración del Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado de Maestro en Artes*. Guatemala.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). *Guía metodológica para la elaboración del plan e informe de investigación de postgrado de Ciencias Económicas*. Guatemala.

Westerfield, R. (2012). *Finanzas corporativas*. Mexico.

Zaror, C. (2002). *Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos*. Concepción.

E GRAFÍA

Banco de Guatemala. (26 de Enero de 2021). *CIERRE DE 2020, PERSPECTIVAS PARA 2021 Y REVISIÓN DE LA POLÍTICA MONETARIA, CAMBIARIA Y CREDITICIA* 2021. Obtenido de https://www.banguat.gob.gt/sites/default/files/banguat/Publica/conferencias/cban_guat765.pdf

Castañeda, C. (2005). *Planificación y diseño de un sistema de riego por gravedad-goteo, para la Aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango. Tesis de Licenciatura.* Universidad de San Carlos de Guatemala., Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2199.pdf

CEPAL. (2016). *ESTUDIO DE MERCADO: POBLACION OBJETIVO, DEMANDA, OFERTA Y DEFICIT.* Obtenido de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/7/35117/06_DEMANDA.pdf

Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa. (s.f.). *Plan de desarrollo de San Miguel Petapa.* Obtenido de 2010: <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/biblioteca-documentos/category/50-el-progreso?download=70:pdm-petapa>

Deguate.com. (2015). *Granos básicos de Guatemala.* Obtenido de <https://www.deguate.com/economia/produccion/granos-basicos-de-guatemala.shtml>

Eurofins. (26 de Enero de 2020). *¿Qué es lo que se evalúa en un estudio de impacto ambiental?* Obtenido de <https://envira.es/es/estudio-impacto-ambiental/>

Facultad de Economía -UNAM-. (2020). *ESTUDIO TÉCNICO.* Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap2a.pdf>

FAO. (2005). *FORMULACIÓN Y EMPLEO DE PERFILES DE PROYECTO.* Obtenido de <http://www.fao.org/3/a0322s/a0322s00.htm#Contents>

FAO, .. (24 de Marzo de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>

Fernández, R. Y. (2010). *Manual de Riego para Agricultores*. Andalucía: Junta de Andalucía, Consejería de cultura y pesca. Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf

INE. (6 de Octubre de 2020). *Censo Nacional* . Obtenido de <https://www.ine.gob.gt/ine/censo-nacional-de-recurso-humano1/>

INE, .. (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria de Granos Básico*. Obtenido de <https://www.ine.gob.gt/ine/>:
<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2019/01/29/20190129112819t0K8vdPBkGZYjIhvSXRqTgPE0PsoxC9R.pdf>

INFORM GUATEMALA. (21 de Octubre de 2020). *FALTA DE CAPACIDAD: RESULTADOS INFORM GUATEMALA A NIVEL MUNICIPAL 2017*. Obtenido de <http://sara.un-ocha.org/inform-guatemala>

Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*. Obtenido de <https://www.censopoblacion.gt/>

MAGA, M. d. (s.f.). <https://www.maga.gob.gt/>. Obtenido de <https://www.maga.gob.gt/>

Marroquín, V. (2004). *Estudio de factibilidad de la introducción de un sistema de riego por gravedad-aspersión en el Caserío Corral de Piedra, Concepción Tutuapa, San Marcos. Tesis de Licenciatura*. Universidad de San Carlos de Guatemala., Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2134.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. (2018). *Gran Plan Nacional Agropecuario*. Obtenido de [https://www.maga.gob.gt/download/granplanagro\(2\).pdf](https://www.maga.gob.gt/download/granplanagro(2).pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura -FAO-. (2016). *Política Agropecuaria Nacional*. Obtenido de

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Guatemala/Publicaciones/Pol%C3%81tica_Agropecuaria_-BAJA-.pdf

Palma, A. (2018). *APORTE TÉCNICO PARA LA MEJORA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL LA CERRA, EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, GUATEMALA C.A.* Tesis, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10199/1/T-03527.pdf>

Reyes, T. (2018). *Evaluación de proyectos: ¿Cómo hacer un análisis de sensibilidad?* Obtenido de <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/evaluacion-de-proyectos-como-hacer-un-analisis-de-sensibilidad/>

Reynoso, V. (2016). *Cómo Cultivar Frijol Orgánico en Casa.* Obtenido de <https://consumidoresorganicos.org/2016/09/30/cultivar-frijol-organico-en-casa/>

Riego Por Tuberías Emisoras. (6 de Marzo de 2020). Obtenido de <http://riegosencultivos.blogspot.com/p/riego-por-tuberias-emisoras.html>

Rus, E. (2020). *Análisis de sensibilidad.* Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-de-sensibilidad.html>

Segeplan. (2002). *Ciclo de vida del proyecto.* Obtenido de http://snip.segeplan.gob.gt/sinip/html/portal/temp/mnl_ciclo.htm

ANEXOS

Anexo 1

Guía

Ficha de observación estructurada

Municipio: _____

Nombre de la comunidad: _____

Localización Geográfica: _____

Latitud Norte: _____ Longitud Oeste: _____ Altitud: _____ msnm: _____

I. Identificación Espacial:

Nombre del Lugar: _____

Colonias o sectores colindantes: _____

Cuál es el relieve dominante: Plano Ondulado

Quebrado Esparcapdo

Accidentes geográficos dentro del territorio (ríos, barrancos, cerros): Si No

Nombre: _____

Accidentes geográficos colindantes (ríos, barrancos, cerros): Si No

Nombre: _____

II. Servicios Urbanísticos:

Electricidad:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Agua potable:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Drenaje:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Pavimiento:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Aceras:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Mercado:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Parque:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Campo deportivo:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

III. Proceso de producción

¿Se percibe asociación y combinación de cultivos?

¿Existe división entre las parcelas?

¿El área de producción tiene riego?

¿Se percibe olor a pesticida o productos químicos en el campo de producción?

¿Se percibe deshierbe físico de malezas?

¿Se percibe uso de herramientas agrícolas tradicionales para el cultivo?

IV. Otras observaciones

Anexo 2

Universidad de San Carlos de Guatemala
Faculta de Ciencias Económicas
Maestría en Formulación y Evaluación de proyectos

Objetivo de la encuesta:

El siguiente documento tiene como finalidad determinar la características sociales y económicas de las personas que cultiva en la zona agrícola del Parque Regional Municipal la Cerra del Municipio de San Miguel Petapa

1 ¿Cuál es su género?

Masculino

Femenino

2 ¿Cuál es su rango de edad?

Menos de 18 años

Entre 18 y 30 años

Entre 31 y 40 años

Entre 41 y 50 años

Entre 51 y 60 años

Mas de 60 años

3 ¿Cuál es su nivel de educación?

Ninguno

Primera

Básicos

Diversificado

Universidad

4 ¿Según el siguiente rango, cuál es su nivel de ingresos mensual?

Q. 1,000 - Q. 2,000

Q. 2,000 - Q. 3,000

Q. 3,000 - Q. 4,000

Mas de Q. 4,000

5 ¿Cuál es el número de integrantes de su familia?

Entre 2 a 3 personas

Entre 3 a 5 personas

Mas de 5 personas

6 ¿Cuál es su estado civil?

Soltero

Casado

Viudo

7 ¿Dónde reside actualmente es?

Propia

Alquilada

8 ¿La agricultura es su único medio de ingresos?

Si

No

9 ¿Qué tipo de grano básico cultiva?

Maíz

Frijol

Arroz

10 ¿Cuánto tiempo ocupa para cultivar?

Tiempo total

Tiempo parcial

11 ¿Cuántas cosechas realizan al año?

1 cosecha

2 cosechas

Mas de 2 cosechas

12 ¿Para qué utilizar la producción de su cosecha?

Autoconsumo

Venta

Autoconsumo y Venta

13 ¿Qué tipo de riego utiliza para cosechar?

Estación de Lluvia

Otro método

14 ¿Existe alguna fuente de agua cerca al lugar donde cultiva?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

15 ¿Existen energía eléctrica cerca del lugar donde cosecha?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

16 ¿Especifique cuál es la extensión de tierra que cultiva?

17 ¿Qué cantidad de quintales de maíz produjo en su última cosecha?

18 ¿Qué cantidad de quintales de frijol produjo en su última cosecha?

19 ¿Si vende lo que cosecha, a qué precio vende el quintal?

	Precio de Venta Q.
Maíz	<input type="text"/>
Frijol	<input type="text"/>

20 ¿Invertiría en un nuevo de método de producción para lograr más cosechas al año?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Anexo 3

Guía de entrevista

Fecha: ____ / ____ / ____

Nombre del entrevistado: _____

Comunidad o Empresa: _____

Objetivo:

Conocer las características generales de los agricultores de la zona agrícola del Parque Regional Municipal La Cerra, zona objeto de estudio y el proceso de producción agrícola de granos básicos, con el propósito de realizar la propuesta de implementación de un sistema de riego por goteo.

Preguntas:

- 1 ¿De qué comunidad del Municipio son las personas que cultivan en el Parque Regional La Cerra?
- 2 ¿Según usted cual es la edad promedio de los agricultores?
- 3 ¿Desde cuándo cultivan en esta área?
- 4 ¿Cuántas personas cultivan en el área?
- 5 ¿Qué integrantes de las familias se involucran en el proceso de producción?
- 6 ¿Cómo se transportan a lugar donde cosechan?
- 7 ¿Cuándo inicia y termina el proceso del cultivo de maíz y frijol actualmente?
- 8 ¿Describa cual es proceso de producción actual para la cosecha de granos básicos?
- 9 ¿Cómo riegan los cultivos?
- 10 ¿Qué tipo de fertilizante utilizan?
- 11 ¿Qué tipo de foliar utilizan?
- 12 ¿Al terminar de cultivar, que hacen con las plantas secas?
- 13 ¿Dónde almacenan su cosecha?
- 14 ¿Para que utilizan la cosecha, para consumo propio o para la venta?
- 15 ¿A qué precio promedio venden sus productos?
- 16 ¿Cómo adquieren las semillas?
- 17 ¿Cuáles son los insumos que utilizan en la cosecha?
- 18 ¿Cuáles son los precios promedio de los insumos que utilizan?
- 19 ¿Qué herramienta utilizan para cultivar?
- 20 ¿Cuánto tiempo ocupa aproximadamente a la semana para cultivar?
- 21 ¿Cómo están divididas las parcelas entre los agricultores?
- 22 ¿Cómo miden el terreno que tienen para cultivar, varas, manzanas, metros, tareas?
- 23 ¿Existe una pendiente pronunciada en el lugar donde cultivan?

- 24 ¿Existen fuentes de agua cerca al lugar donde cosechan?
- 25 ¿Existe energía eléctrica cerca al lugar donde cosechan?
- 26 ¿Cuál es la inversión promedio que utiliza para su cosecha?

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estimaciones de la Población total del Municipio de San Miguel Petapa.....	3
Tabla 2 Motores económicos del Municipio de San Miguel Petapa	41
Tabla 3 Rangos de edad del Municipio de San Miguel Petapa.....	53
Tabla 4 Segmentación por nivel económico del Municipio de San Miguel Petapa.....	54
Tabla 5 Consumo departamental de maíz en Guatemala.....	55
Tabla 6 Consumo departamental de frijol en Guatemala.....	56
Tabla 7 Porcentaje de población por municipio	57
Tabla 8 Mercado potencial de San Miguel Petapa	58
Tabla 9 Proyección de Demanda, Municipio de San Miguel Petapa.....	59
Tabla 10 Proyección de demanda del Municipio de San Miguel Petapa.....	59
Tabla 11 Producción anual histórica de maíz en Guatemala	60
Tabla 12 Producción anual histórica de frijol en Guatemala	61
Tabla 13 Producción anual de frijol y maíz en San Miguel Petapa	61
Tabla 14 Capacidad estimada de producción de frijol de la zona agrícola de La Cerra	74
Tabla 15 Capacidad estimada de producción de maíz de la zona agrícola de La Cerra	75
Tabla 16 Estimación de producción de maíz con método de riego por goteo	81
Tabla 17 Estimación de producción de frijol con método de riego por goteo	81
Tabla 18 Costo inicial de sistema de riego por goteo en la zona agrícola de La Cerra .	82
Tabla 19 Instrumento de Evaluación y Proceso según Categoría	83

	126
Tabla 20 Variables Evaluadas en el instrumento ambiental	88
Tabla 21 Caracterización de impacto ambiental del proyecto.....	89
Tabla 22 Medidas de mitigación y contingencia	90
Tabla 23 Costos totales anuales del proyecto del cultivo tradicional de maíz y frijol.....	91
Tabla 24 Costos totales del sistema de riego por goteo de maíz y frijol.	92
Tabla 25 Costos totales de producción de maíz y frijol.....	92
Tabla 26 Ingresos anuales del proyecto.....	93
Tabla 27 Amortización de préstamo bancario	95
Tabla 28 Tasa de inflación promedio.....	96
Tabla 29 Cálculo de la tasa de descuento.....	96
Tabla 30 Cálculo de flujos de fondos netos proyectados para proyecto de riego por goteo.....	97
Tabla 31 Cálculo de valor actual neto del proyecto	99
Tabla 32 Cálculo de la tasa interna de retorno	100
Tabla 33 Cálculo de la relación beneficio/costo del proyecto.....	101
Tabla 34 Cálculo del índice de rentabilidad del proyecto.....	101
Tabla 35 Cálculo del índice de rentabilidad del proyecto.....	102
Tabla 36 Cálculo de flujos de fondos netos proyectados aumento de ventas 10%.....	103
Tabla 37 Cálculo de flujos de fondos netos proyectados aumento de costos del 10%	104
Tabla 38 Comparativo de indicadores, análisis de sensibilidad.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Micro regiones de Municipio de San Miguel Petapa	4
Figura 2: Árbol de problemas para la implementación de metodo de riego por gravedad-goteo para los agricultores de granos básicos en el parque Regional Municipal La Cerra, San Miguel Petata, Departamento de Guatemala.....	33
Figura 3: Regiones agrícolas del municipio de San Miguel Petapa	40
Figura 4: Genero de agricultores del Parque Regional La Cerra.	42
Figura 5: Edad de agricultores del Parque Regional La Cerra.	43
Figura 6: Nivel educativo de agricultores del Parque Regional La Cerra.	44
Figura 7: Tiempo que dedica a la agricultura los agricultores del Parque Regional La Cerra.....	45
Figura 8: Ingresos promedio mensual de agricultores del Parque Regional La Cerra.	46
Figura 9: Estado civil de agricultores del Parque Regional La Cerra.	47
Figura 10: Cantidad de integrantes de familia de agricultores del Parque Regional La Cerra.....	48
Figura 11: Tipo de vivienda de agricultores del Parque Regional La Cerra.	49
Figura 12: Uso de cosecha de agricultores del Parque Regional La Cerra.	50
Figura 14: Proyección de precios de Maíz en la república de Guatemala	62
Figura 15: Proyección de precios de frijol en la república de Guatemala.	63
Figura 16: Mapa del Municipio de San Miguel Petapa.	64

Figura 17: Mapa de Parque Regional Municipal la Cerra	65
Figura 18: Mapa de zona agricola de Parque Regional Municipal la Cerra	66
Figura 19: Ruta de acceso San Miguel Petapa a Parque Regional Municipal la Cerra.....	67
Figura 20: Ruta de acceso Villa Canales a Parque Regional Municipal la Cerra.	68
Figura 21: Macro proceso de producción de Maíz y Frijol.	73
Figura 22: Calendario estacional de lluvia y cosecha en La Cerra, San Miguel Petapa.	74
Figura 23: Bomba 17 HP para el proyecto.	76
Figura 24: Esquema de tubería principal y secundaria de sistema de riego por goteo.....	77
Figura 25: Ejemplo de cinta de goteo para sistema de riego	78
Figura 26: Ejemplo de conexión de cinta de goteo a tubería secundaria.....	79
Figura 27: Ejemplo de equipo de inyección de fertilizantes similar al propuesto. .	80
Figura 27: Matriz de Leopold para evaluación de impacto ambiental.	87