

**EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INVERTIR EN LA
AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO POR GOTEO EN
UN INVERNADERO, APLICANDO SIMULACIÓN
MONTECARLO**

M.I.I. PABLO IVÁN ROMERO DE LA ROSA
M.I.I. HORACIO BAUTISTA SANTOS
M.I.I. FABIOLA SÁNCHEZ GALVÁN



Editado por Servicios Académicos Intercontinentales para eumed.net
Derechos de autor protegidos. Solo se permite la impresión y copia de este
texto para uso Personal y/o académico.

Este libro puede obtenerse gratis solamente desde
<http://www.eumed.net/libros-gratis/2015/1486/index.htm>
Cualquier otra copia de este texto en Internet es ilegal.



SEV
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DE VERACRUZ



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

GI 68-F 977 IÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
..... 9-BJ 9GH, 57-êB

"EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INVERTIR EN LA
AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO POR GOTEO EN UN
INVERNADERO, APLICANDO SIMULACIÓN
MONTECARLO"

PRESENTA

A "≡" PABLO IVÁN ROMERO DE LA ROSA

..... A "≡" <CF57-Ç'65I H-GH5 'G5 BHCG

..... A "≡": 56-Ç @ 'Gâ B7 <9N'; 5 @â B'

AGRADECIMIENTOS

Este libro nació del esfuerzo de nuestros familiares y amigos que se privaron de nuestra presencia mientras escribíamos y realizábamos el modelo matemático del riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en un invernadero y que está plasmado en este sencillo aporte a la técnica, a ellos nuestro total agradecimiento por la comprensión demostrada.

Deseamos expresar un reconocimiento y mención muy especial a la atenta y desinteresada ayuda de los integrantes de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación así como también a los directivos y administrativos del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realiza la evaluación del riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en el invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa) aplicando simulación Montecarlo.

La investigación se realizó aplicando simulación Montecarlo, obteniendo información de diversas fuentes, como lo son las entrevistas, observaciones de campo y una revisión de literatura. Se realizan los estudios de mercado, técnico y financiero. Se analiza la producción de 6 cultivos diferentes: tomate, pepino, melón, sandía, tabaco y crisantemos.

Lo anterior favoreció para la formulación de conclusiones, las cuales pretenden ayudar en la toma de decisiones para la implementación del riego por goteo en el invernadero del ITSTa.

Palabras clave: Estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero, análisis de riesgo, simulación Montecarlo, @RISK.

ABSTRACT

In the present research work is carried out risk assessment to invest in automation of drip irrigation in greenhouse Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa) using Monte Carlo simulation.

The research realized applying Monte Carlo simulation, obtaining information from various sources, such as interviews, field observations and a literature review. Are conducted market research, technical and financial. We analyze the production of 6 different crops: tomato, cucumber, melon, watermelon, snuff and chrysanthemums.

This favored the formulation of conclusions, which are intended to assist in making decisions for the implementation of drip irrigation in greenhouse ITSTa.

Keywords: Market research, technical study, financial, risk analysis, Montecarlo simulation, @RISK.

INTRODUCCIÓN

Los productores de cultivos para la exportación están cada vez más convencidos de que la inversión en nuevas tecnologías para sus sistemas de producción es un factor importante para obtener una mayor productividad y calidad en su cosecha. El uso de estructuras como invernaderos permite a los productores obtener cosechas por un periodo más prolongado durante épocas donde no es factible producir a cielo abierto (Moreno, 2007).

La producción en invernadero es un gran atractivo en la producción de cultivos destinados a los mercados de exportación cuyos consumidores exigen calidad, permanencia y productos más sanos y pagan precios más elevados por ellos (Chávez, 2004). Desde el punto de vista social los invernaderos rústicos representan una alternativa de producción viable con perspectivas comerciales para mejorar el ingreso familiar de campesinos minifundistas (De la Rosa *et. al.*, 2003).

La superficie establecida con invernaderos en México durante el 2004, incluidas las casa-sombras, era de alrededor de 2800 hectáreas, con una tasa de incremento anual sostenido del 20 al 30% (Molina y Steta, 2004). Por otro lado, se estimó que en México en el año 2002 se produjeron alrededor de 92 toneladas métricas de productos con un valor de \$225 millones de dólares (Cook, 2005).

Los cultivos que ocupan mayor superficie en invernadero a nivel nacional son el tomate, con 65%, pepino 20%, pimiento 10% y el resto se distribuye entre melón, sandía, calabaza y ornamentales (Molina y Steta, 2004).

La presente investigación, contempla la evaluación del riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa, aplicando Simulación Montecarlo.

En el capítulo 1 se tratan las generalidades, abordando desde el problema que da origen a esta investigación y realizando un planteamiento del mismo, pasando por la justificación, objetivos, antecedentes y alcances y limitaciones del problema.

El capítulo 2 está dedicado al Marco Teórico y se abordan las teorías, leyes y principios en los cuales se fundamenta esta investigación, enfocándose a la evaluación de un proyecto de inversión.

En el Marco Metodológico abordado en el capítulo 3, se establece la metodología que se utilizará para el logro de los objetivos planteados en esta investigación; así mismo, se hace alusión de los instrumentos necesarios para llevarla a cabo y el análisis estadístico de los datos obtenidos.

El Marco Operativo es presentado en el capítulo 4 y en él se describe el estudio de mercado, estudio técnico, y se muestran los resultados de las simulaciones de los posibles escenarios para la implementación del riego por goteo en el invernadero.

A manera de capítulo final se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio donde se indican los resultados obtenidos, así como las posibles mejoras y recomendaciones a aplicar.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii

1	GENERALIDADES	
1.1	Antecedentes	14
1.2	Planteamiento del problema	15
1.3	Justificación	16
1.4	Objetivos	17
1.5	Hipótesis	18
1.6	Alcances y limitaciones	19
1.7	Estado del arte	20
2	MARCO TEÓRICO	
2.1	Conceptos básicos en la formulación y evaluación de proyectos de inversión.	22
2.2	Estudio de mercado.	26
2.3	Estudio técnico	34
2.4	Estudio económico.	43
2.5	Análisis de sensibilidad.	51
2.6	Análisis de riesgo.	54
3	MARCO METODOLÓGICO	
3.1	Tipo de investigación.	59
3.2	Sujetos de estudio.	59
3.3	Diseño de la investigación.	59
3.4	Métodos para recopilar información.	60

4	MARCO OPERATIVO	
4.1	Estudio de mercado.	62
4.2	Estudio técnico.	68
4.3	Estudio financiero.	79
4.4	Análisis de resultados de la simulación Montecarlo	80
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1	Conclusiones	86
4.2	Recomendaciones	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
	ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Gráfica del punto de equilibrio.	50
2	Invernadero minigreen.	72
3	Mapa de macrolocalización del Municipio de Tantoyuca.	73
4	Mapa de la microlocalización del ITSTa en Tantoyuca.	74
5	Croquis de distribución del ITSTa.	74
6	Algoritmo para el modelo de simulación para el análisis de riesgo.	80
7	Plantilla del modelo.	81
8	Configuración de la simulación.	82
9	Configuración de la simulación.	83
10	Índice INPC: Inflación general, subyacente y no subyacente (Enero 2010 – Diciembre 2012).	93

ÍNDICE DE TABLAS

1	Clasificación general de los proyectos de inversión.	25
2	Clasificación de hortalizas.	64
3	Producción agrícola en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Ciclo: Año agrícola y perennes 2011. Modalidad: Riego + Temporal.	65
4	Demanda en el mercado interno, 2006.	66
5	Promedio de Precios en diferentes centrales de abasto.	67
6	Temperaturas óptimas, superiores e inferiores de los productos a sembrar en el invernadero.	70
7	Equipo y maquinaria requerida.	75
8	Insumos y materiales para la producción.	75
9	Mano de obra directa e indirecta para la producción de tomate.	76
10	Mano de obra directa e indirecta para la producción de pepino.	76
11	Mano de obra directa e indirecta para la producción de melón.	77
12	Mano de obra directa e indirecta para la producción de sandía.	77
13	Mano de obra directa e indirecta para la producción de tabaco.	78
14	Mano de obra directa e indirecta para la producción de crisantemos.	78
15	Inversión total del proyecto y costos de operación del primer año.	79
16	Pronóstico de la producción.	82
17	Resumen de información de la simulación	83
18	Resultados de la simulación	84
19	Producto interno bruto México (2010-2012).	92
20	Inflación en México (2010-2012).	93
21	Tasa de desempleo en México (2010-2012).	94
22	Salarios mínimos en México (2010-2012).	94

ÍNDICE DE ECUACIONES

1	Precio de venta	30
2	Precio de venta	31
3	Precio de venta	31
4	Cantidad producida	31
5	Costo total	31
6	Ingreso total	31
7	Utilidad	31
8	Costo total	43
9	Elasticidad precio	48
10	Elasticidad ingreso	49
11	Ingreso total	50
12	Punto de equilibrio	50
13	Valor actual neto (VAN)	52

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES

En el presente capítulo se tratan las generalidades, abordando desde el problema que da origen a esta investigación y realizando un planteamiento del mismo, pasando por la justificación, objetivos, antecedentes y alcances y limitaciones del problema.

1.1 ANTECEDENTES

El Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca fue fundado en 1995, impartándose las carreras de Ingeniería en Agronomía e Ingeniería Electrónica. Actualmente se imparten 8 carreras y 2 posgrados; se encuentra ubicado en Desviación Lindero Tametate S/N, Colonia La Morita, en el municipio de Tantoyuca, Veracruz.

En el año 2010 fue instalado mediante un convenio de colaboración con la empresa Philips Morris y Gobierno del Estado un invernadero de tipo Minigreen para el proyecto denominado “Huertos familiares”. Además se han desarrollado investigaciones de jitomates, pepinos, producción de plántulas para huertos familiares para las comunidades de la región, forraje verde hidropónico, algunas especies criollas de chile y vivero de plantas maderables.

Actualmente el invernadero cuenta con un sistema de riego por goteo de control manual, con los siguientes componentes:

- 1 Bomba de gasolina de 5.5. HP.
- 1 Sistema de riego por goteo con 1560 goteros equivalente a 36 m. de longitud.
- 1 Sistema de fertirriego con una salida conectado a la línea por goteo.
- 12 válvulas de las cintas de goteo.
- 1 Rotoplas con sus respectivos filtros y tuberías (primaria, secundaria y terciaria).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los sistemas de producción agrícola se requiere de aplicaciones de agua con alta frecuencia para mantener el contenido de humedad a bajas tensiones, esto puede significar inversiones importantes en la contratación de mano de obra para la operación del riego.

Para la automatización de los sistemas de producción se requiere de un nivel de equipamiento que posibilite el control con precisión y de forma dinámica del aporte del agua, para evitar el estrés en el cultivo. De tal manera que estos métodos y dispositivos deberán considerar los requerimientos de la especie, características de los sensores, componentes de comunicación y fuentes de energía con el fin de satisfacer la demanda de riego en el propio sistema.

Para cultivos en invernaderos se tiene la necesidad de un sistema de automatización de riego, la introducción de este sistema abre nuevas perspectivas en el manejo de los cultivos en cuanto a que se puede extender a técnicas culturales más tradicionales sobre suelo, puesto que la automatización permite controlar el sistema formado por la planta y su ambiente. De este modo se ofrece la posibilidad de tener un sistema de producción agrícola menos contaminante, al haber menos lixiviación de los elementos químicos provenientes de los fertilizantes adicionados al agua de riego, logrando con ello mejorar la productividad y la rentabilidad de la producción hortícola.

En el mercado existen sistemas de automatización de riego, siendo estos una opción, sin embargo estos productos son de origen extranjero y por ende costoso, es por ello que se tiene la necesidad de desarrollar una evaluación del proyecto de inversión de la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa.

Por tal motivo se plantea lo siguiente:

¿Es factible implementar un sistema de automatización de riego por goteo en el invernadero del ITSTa?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La evaluación de los proyectos de inversión es un instrumento que crea metodologías que reducen o prevén posibles pérdidas durante el ejercicio, viéndolo desde un enfoque general, se cuenta con una base científica que sustenta las inversiones que se realicen observando un panorama fidedigno del comportamiento de la inversión junto con los elementos necesarios para una toma de decisiones, dando alternativas para poder realizar estrategias financieras para obtener la rentabilidad adecuada en el tiempo adecuado o por otra parte abstenerse de ejecutar el proyecto.

Todos los proyectos de inversión deberán realizarse con información relativa a los aspectos del mercado, técnicos, organizacionales, financieros y de evaluación, de tal modo que los resultados obtenidos de los análisis y evaluaciones den como resultado una toma de decisiones adecuada para realizar o no un proyecto de inversión, o bien para darle un nuevo enfoque a su estructura.

En la actualidad, una inversión inteligente requiere una base que la justifique. Dicha base es precisamente un proyecto bien estructurado y evaluado que indique la pauta que debe seguirse. De ahí se deriva la necesidad de evaluar el riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa.

Por otra parte, cabe señalar que el hecho de realizar un análisis exhaustivo no implica necesariamente que la inversión quedará fuera de riesgo. El futuro siempre prepara sorpresas y en los cálculos no se incluyen los hechos fortuitos, ni los factores de tipo económico y político, etc.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en un invernadero, mediante los estudios de mercado, técnico y económico aplicando simulación Montecarlo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Buscar información en diferentes fuentes bibliográficas, sobre las metodologías y técnicas para realizar la formulación y evaluación de proyectos de inversión en invernaderos.
- ✓ Realizar un estudio de mercado que permita cuantificar el impacto que tendrá la inserción de los productos producidos en el invernadero.
- ✓ Realizar un estudio técnico para determinar el tamaño del proyecto, las técnicas de elaboración, la maquinaria y los insumos que se habrán de utilizar dentro del invernadero.
- ✓ Realizar un estudio económico para la construcción del flujo de caja del proyecto.
- ✓ Realizar un modelo aplicando simulación Montecarlo para evaluar el riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo.
- ✓ Analizar e interpretar los resultados obtenidos en la simulación, para realizar una propuesta que permita la toma de decisiones.

1.5 HIPOTESIS

En base al presente trabajo de investigación se plantean las siguientes hipótesis:

H_i: En el invernadero del ITSTa será posible la implementación de un sistema de automatización de riego por goteo mediante la evaluación del riesgo de invertir aplicando Simulación Montecarlo.

H₀: No será posible la implementación de la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa, debido a la infactibilidad en la evaluación del riesgo de invertir.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 ALCANCES

Este proyecto de investigación, considera únicamente los datos utilizados en anteriores ciclos de producción en el invernadero del ITSTa.

Así mismo, los resultados obtenidos en este trabajo serán comunicados al director de la institución, quien decidirá si procede con la implementación del mismo o continúa con el sistema actual de riego por goteo.

1.6.2 LIMITACIONES

Los resultados que arroja este estudio, podrán aplicarse única y exclusivamente al invernadero del ITSTa ya que el modelo matemático fue diseñado y programado de acuerdo a las variables y restricciones específicas del mismo.

Además para efectos de análisis, se proponen seis cultivos diferentes: tomate, pepino, melón, sandía, tabaco y crisantemos, para cada una de las cuales, se propone una solución.

1.7 ESTADO DEL ARTE

En México la gran mayoría de los proyectos agropecuarios son evaluados con el enfoque tradicional por instituciones gubernamentales como el Fondo Nacional de Apoyo a las Empresas de Solidaridad (FONAES) o Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), los cuales proporcionan financiamiento o apoyos a los productores, y utilizan criterios de selección como VAN mayor a cero o TIR mayor que la tasa de descuento.

El enfoque tradicional de evaluación de proyectos se hace con base en indicadores de rentabilidad económica, siendo los más usados e importantes aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo, dentro de los cuales se tienen: Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio Costo (B/C), Relación Beneficio Inversión Neta (N/K) y Tasa Interna de Retorno (TIR) (Solórzano, 2002).

Ladrón de Guevara en el 2009 realizó una evaluación del proyecto de inversión para el establecimiento de un invernadero de jitomate en la región de Naolinco, Veracruz y menciona que se debe producir en épocas del año en las cuales la oferta es escasa; para de esta forma tener un precio más alto y por consiguiente generar mayor rentabilidad.

La evaluación mediante el método de opciones reales en la producción de jitomate en invernadero pone de manifiesto el potencial de las opciones reales de salida como factor para la mitigación del riesgo en los proyectos de producción de jitomate en invernadero. Esta menor incertidumbre es importante porque constituye un incentivo para canalizar una mayor inversión privada hacia las actividades productivas en las zonas rurales de México (Osorio, 2012).

En una evaluación realizada en el 2012; Cornejo concluye que la producción de crisantemos bajo invernadero presenta una buena oportunidad de inversión y por lo tanto un futuro promisorio, debido a esto es factible que un pequeño o mediano productor desarrolle para atender un mercado nacional en crecimiento, pero muy exigente en términos de calidad.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se abordan las teorías, leyes y principios en los cuales se fundamenta esta investigación, enfocándose a la evaluación de un proyecto de inversión.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS EN LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

2.1.1 LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN: PARTE ACTIVA DE UN PLAN DE DESARROLLO.

Desde el momento en que los países entran en una etapa de desarrollo económico acelerado, basados en las técnicas más modernas de producción, del manejo de sofisticadas herramientas, y del empleo racional de los recursos productivos, aparece la necesidad de determinar la conveniencia de las inversiones que deben realizarse.

2.1.2 CONCEPTOS Y OBJETIVO DE “PROYECTO DE INVERSIÓN”.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), “en su etapa de estudio, el proyecto es un conjunto de antecedentes que permiten juzgar las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos (llamados también insumos) a un centro o unidad productora donde serán transformados en bienes o servicios”.

El Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) define “...en su significado básico, el proyecto es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico o social. Esto sugiere, desde el punto de vista económico, proponer la producción de algún bien o la prestación de algún servicio, con el empleo de una cierta técnica y con miras a obtener un determinado resultado o ventaja económica o social. Como plan de acción el proyecto supone también la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que persiguen. El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no solo del punto de vista económico, sino también técnico, financiero, administrativo e institucional”.

“En general, la realización de un proyecto supone una inversión, es decir, una utilización de recursos, con la postergación del consumo inmediato de algún bien o servicio para obtener un consumo incrementado de los mismo u otros bienes y servicios, que se producirán con esa inversión”.

Cortázar (1993) concluye que: “un proyecto de inversión es la unidad mínima económica de planeación, formada por un conjunto de actividades concatenadas, que se suceden, complementan y deciden entre sí, la última de las cuales es parte importante para la toma de decisiones sobre la inversión”.

En todos los casos, puede decirse que el objetivo básico de los estudios de un proyecto es evaluarlo, es decir, calificarlo y compararlo con otros proyectos de acuerdo con una determinada escala de valores, con el fin de establecer un orden de prelación que conduzca a la obtención de un bien o servicio.

2.1.3 ANTECEDENTES DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN EN AMÉRICA LATINA.

La formulación y evaluación de proyectos de inversión es una técnica relativamente reciente. Dicha técnica está dentro de la programación de inversiones y forma parte de los planes económicos.

La Segunda Guerra Mundial permitió que algunos países latinoamericanos como Argentina, Venezuela, Brasil y México, tuvieran una economía dependiente de las necesidades de consumo de bienes primarios, principalmente de Estados Unidos, ya que cuando este país ingreso al conflicto bélico, desvió casi todo su potencial productivo hacia la fabricación de productos militares, y permitió que otras naciones lo abastecieran de materias primas, artículos elaborados y semi-elaborados que requería para mantener su posición beligerante.

El auge económico que se presentó en Latinoamérica de 1941 a 1945, no permitió vislumbrar la necesidad de racionalizar ni orientar las inversiones hacia el sector económico industrial para fortalecerlo y apoyar el desarrollo de otros sectores, ya que estos sectores estaban seguros de su labor. Con base en lo anterior y a pesar de que en algunos países capitalistas desarrollados se inició una metodología para la formulación y evaluación de proyectos de inversión, en América Latina aún no se tomaba en consideración ninguna forma para determinar la factibilidad técnico-económica futura, de las inversiones que realizaban los sectores privado y público.

En México –concretamente en Monterrey, Puebla, Guadalajara y Distrito Federal- se elaboraron documentos de proyección para asegurar las inversiones realizadas principalmente por empresas estadounidenses y europeas.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial y con el retorno de los ejércitos a sus países, se volvió a iniciar la producción en cada nación, esto ocasionó una repercusión económica que afectó drásticamente a los países latinoamericanos que dependían de sus exportaciones; en consecuencia, las empresas pequeñas, medianas o ambas, que formaron en esa época desaparecieron o fueron absorbidas por las grandes empresas.

Por lo anterior, el avance económico mexicano de 1962 a 1982 incluyó los primeros intentos de capacitación en lo que se refiere a la formulación y evaluación de proyectos de inversión, a través del Programa Nacional de Capacitación Tecnoeconómica (PNCT) (área de proyectos y programas de inversión) de la Secretaría de la Presidencia, en coordinación con la Organización de la Naciones Unidas, que comenzó a funcionar normalmente a mediados de 1973. El PNCT se constituyó en la base esencial para la integración y operación de los términos metodológicos del Programa de Inversiones para el Desarrollo Rural.

La aparición del Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID), de la Organización de Estados Americanos (OEA), de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), etc., promovió la creación de nuevos documentos, formas y tipos en el manejo de elementos para formular y evaluar proyectos de inversión; asimismo se adoptó otra terminología de conceptualización variada, se generaron inquietudes en los estudios de los distintos campos que conforman a un proyecto, pero todo ello sin olvidar la base: el documento elaborado por la ONU.

Posteriormente el Centro de Estudios Monetarios para Latinoamérica (CEMLA), promovió un documento importante que se refería al análisis de proyectos desde el enfoque empresarial; dicho documento fue editado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

En la actualidad se pretende que la formulación y evaluación de proyectos de inversión contemple los lineamientos que requiere el proceso de planeación mexicano, con el fin de que apoye la descentralización de la vida nacional y promueva la utilización racional de los recursos en niveles y sectores políticos, sociales y económicos.

2.1.4 TIPOLOGÍA DE PROYECTOS.

De acuerdo con Sapag y Sapag (2008), se pueden distinguir dos tipos de proyectos de inversión: Según la finalidad del estudio de lo que se va a evaluar, pudiendo ser: estudios para medir la rentabilidad del proyecto, estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios y estudios para medir la capacidad del propio proyecto para enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual adeudamiento.

Según el objeto de la inversión si lo que se persigue es crear una nueva empresa o si se quiere evaluar un cambio o mejora en una empresa existente.

Cortázar (1993) menciona que se debe hacer la clasificación de los proyectos según sea el destino de los recursos y los beneficios que se planeen al respecto. La Tabla 1 resume la idea anterior.

Tabla 1. Clasificación general de los proyectos de inversión.

Sector económico	Características del proyecto	Actividad del proyecto	Resultado	Ejemplos
Primero	Productivos	Agrícola	Tangible	Explotación de un huerto de nogal
	Infraestructura	Transformación	Intangible	Semillas mejoradas
Segundo	Productivos	Industrial	Tangible	Fábrica de herramientas
	Infraestructura	Transformación	Intangible	Producción de asfaltos
Tercero	Servicios	Servicios	Tangible	Sistema de transporte colectivo
	Infraestructura	Social	Intangible	Autopista

Fuente: Cortázar, A. (1993) Introducción al análisis de proyectos de inversión.

Debido a las características de los proyectos, se obtendrán de ellos satisfactores tangibles o intangibles; esto es, bienes o servicios que satisfagan las necesidades sociales, de acuerdo con el sector económico al cual dirijan su actividad.

Conforme al plan de desarrollo nacional previsto, será el sector que se escoja para dirigir las inversiones (sin que se descuiden los otros sectores), y considerar para ello la formulación y evaluación de proyectos.

2.1.5 PARTICIPACIÓN DE LAS INVERSIONES EN EL DESARROLLO NACIONAL.

Según Cortázar (1993) las inversiones son tan importantes en la economía de un país que es difícil concebir un modelo de desarrollo en el que no intervenga la acumulación como base para lograr las transformaciones económicas sustanciales.

Si bien el crecimiento económico se considera como una serie interconectada de cambios cuantitativos, el desarrollo es el salto cualitativo que se basa en el crecimiento y que absorbe los adelantos logrados en éste.

Los proyectos de inversión como unidad económica de la planeación deben generar resultados positivos que permitan crear, desarrollar o fortalecer la planta productiva nacional como base fundamental para el logro de otros objetivos, sean políticos, económicos o sociales.

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

2.2.1 INTRODUCCIÓN.

El estudio o análisis del mercado de un proyecto comprende:

- ✓ Análisis de la demanda.
- ✓ Análisis de la oferta.
- ✓ Análisis de los precios.
- ✓ Análisis de los insumos.
- ✓ Análisis de la comercialización.

Cada uno de estos análisis aporta elementos para elaborar las conclusiones sobre el estudio de mercado que sirvan de apoyo para la toma de decisiones.

Baca (2010) distingue las siguientes características que deben tenerse en cuenta cuando se realice un estudio de mercado:

- ✓ La recopilación de la información debe ser sistemática.
- ✓ El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso.
- ✓ Los datos recopilados siempre deben ser información útil.

- ✓ El objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para la toma de decisiones.

2.2.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.

El producto o servicio se define como el resultado del proceso productivo que se ofrece en el mercado para satisfacer una necesidad humana o para mejorar, en alguna medida, lo ya existente. Tradicionalmente en economía se clasifican de acuerdo a una serie de criterios que permitan tipificarlo de alguna manera. En la evaluación de proyectos interesa clasificarlos, por ejemplo (Baca, 2010):

Por su vida en almacén se clasifican en duraderos (carros, muebles, etc.) y no duraderos (como los alimentos).

Por su destino se clasifican en bienes de consumo intermedio (todos aquellos que son utilizados por las industrias para producir otros bienes o servicios) y bienes de consumo final (todos aquellos que van al consumidor final o a exportación).

2.2.3 LA DEMANDA.

La demanda de un bien o servicio se entiende como la cantidad de dicho bien o servicio requerida por el mercado, destinada a satisfacer una necesidad humana, a un determinado precio.

A parte de la clasificación de los productos dada anteriormente, la demanda se puede clasificar también desde varios puntos de vista en relación con (Sapag y Sapag, 2008):

Su oportunidad puede ser insatisfecha (cuando la oferta no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado) ó satisfecha. La demanda satisfecha se clasifica en saturada (cuando no es posible hacerla crecer bajo ninguna circunstancia, situación difícil de encontrar en un mercado real) ó no saturada (cuando se puede hacer crecer pese a su apariencia de saturación a través del uso de estrategias de mercadeo y publicidad).

Su necesidad puede ser básica (alimentos, vestido, educación, etc.) o suntuaria (carro de lujo, perfume, etc.).

Su temporalidad puede ser continua (alimentos, vestidos, etc.) ó estacional (árboles de navidad, vacaciones, etc.).

Finalmente, se debe tomar en cuenta la relación que el bien o servicio a producir tiene con respecto a otros bienes. En este sentido se pueden clasificar en:

Bienes sustitutos que satisfacen una necesidad similar y, por lo tanto, el consumidor podrá optar por el consumo de ellos en lugar del bien del proyecto, si éste subiera de precio (piense en el ejemplo de la mantequilla y la margarina).

Bienes complementarios que se consumen en forma conjunta y, por lo tanto, si aumenta la cantidad consumida de uno de ellos, necesariamente aumenta la cantidad consumida del otro y viceversa (piense en el ejemplo de los carros y la gasolina).

Bienes independientes que no tienen ninguna relación entre sí, de tal forma que un cambio en el precio de un bien o servicio independiente no afecta la demanda del otro bien o servicio.

Existen otras consideraciones importantes en cuanto al comportamiento de la demanda que tienen que ver con la interacción social de los individuos de una sociedad. Por ello, se recomienda tener en cuenta las tendencias de otras personas al comprar, consumir o usar bienes o servicios, y su efecto en los patrones de consumo sobre otros consumidores o en sí mismos, tales como:

Efecto band wagon que consiste en que la demanda de un bien aumenta porque otros están consumiendo el mismo bien.

Efecto snob que consiste en que la demanda de un bien o servicio disminuye porque otros están consumiendo o incrementando el consumo del mismo bien o servicio.

Efecto Veblen que consiste en que la demanda de un bien o servicio aumenta porque su precio está aumentando o viceversa.

Diferentes métodos se pueden utilizar para estimar las funciones de demanda. Entre ellos se pueden mencionar:

Encuestas que se realizan a los consumidores potenciales con el fin de determinar que cantidad estarán dispuestos a consumir del bien o servicio que se producirá a diferentes precios. Las encuestas se consideran fuentes de información primaria y son instrumentos o herramientas de investigación de mercados.

Series de tiempo que utilizan datos de series temporales para ajustar modelos de regresión multivariantes y con ellos generar la función de demanda del bien o servicio producido por el proyecto. Los datos recolectados ya sea de la misma empresa o a través de estadísticas gubernamentales, etc. se consideran fuentes de información secundarias.

Un concepto muy importante que debe considerarse es el de elasticidad precio de la demanda.

2.2.4 LA OFERTA.

La oferta de un bien o servicio se entiende como la cantidad de dicho bien o servicio que los productores están dispuestos a poner a disposición del mercado, a un precio determinado.

La oferta se puede clasificar en relación con el número de oferentes en (Baca, 2010):

Competitiva o de mercado libre caracterizada por la libre competencia en la que la participación de cada oferente está determinada por el precio, la calidad y el servicio que se ofrecen al consumidor.

Oligopólica caracterizada porque el mercado se encuentra dominado por pocos productores.

Monopólica caracterizada por la existencia de un único proveedor del bien o servicio, imponiendo el precio, la calidad y el servicio.

Diferentes métodos se pueden utilizar para estimar las funciones de oferta. Entre ellos se pueden mencionar:

Encuestas que se realizan a los productores con el fin de determinar que cantidad estarán dispuestos a ofrecer del bien o servicio que se producirá a diferentes precios. Las encuestas se consideran fuentes de información primaria y son instrumentos o herramientas de investigación de mercados, al igual que en el caso de la demanda.

Series de tiempo que utilizan datos de series temporales para ajustar modelos de regresión multivariantes y con ellos generar la función de oferta del bien o servicio producido por el proyecto. Los datos recolectados a través de estadísticas gubernamentales, etc. se consideran fuentes de información secundarias.

Los datos requeridos para hacer un análisis de la oferta deben incluir: Número de productores; Localización; Capacidad instalada y utilizada; Calidad y precio de los productos; Planes de expansión; Inversión fija; Número de trabajadores (Baca, 2010).

2.2.5 LOS PRECIOS.

El precio de un bien o servicio es la cantidad monetaria a la que los productores están dispuestos a venderlo y los consumidores están dispuestos a comprarlo. El acuerdo se conoce como equilibrio del mercado (oferta y demanda iguales a ese precio).

No siempre el precio lo definen los productores y compradores en su libre intercambio. Este puede estar controlado por el gobierno. Desde el punto de vista del productor, el precio debe ser

una cantidad monetaria suficiente como para cubrir los costos (fijos y variables) de producción y permita una ganancia, por lo menos igual a la TMAR.

De acuerdo a su localización, según Baca (2010), los precios pueden clasificarse en:

Internacionales usados para las transacciones de bienes y servicios de importación-exportación.

Por lo general se cotizan en US\$ y con la denominación FBO (free on board) en el país de origen.

Regionales externos usados en las transacciones de bienes y servicios entre países de una misma zona geográfica como por ejemplo Europa, Suramérica, etc.

Nacionales vigentes en todo un país, como resultado del control de precios o artículos industriales muy especializados.

Regionales internos usados en las transacciones de bienes y servicios de una zona de un país y puede cambiar entonces de una zona a otra.

Locales vigentes en una localidad pequeña de un país y, por lo tanto, fuera de esa localidad cambian.

El precio de un bien o servicio es la base para el cálculo de los ingresos estimados del flujo de caja de un proyecto. Por ello, resulta fundamental estimarlos adecuadamente. La diferenciación de los productos, en particular por calidad (imagine la diferencia que existe entre comer en un restaurante como Miramelindo o Entre pueblos en Mérida y comer en el cafetín de la facultad, ambos son servicios de comida, pero diferenciados por la calidad del servicio) conlleva a una diferenciación también en los precios. También las cantidades pueden hacer cambiar el precio de un producto (compras al detal o al por mayor). Resulta entonces conveniente calcular el promedio de dichos precios para estimar el valor de referencia para el cálculo de los ingresos estimados.

Consideraciones que deben tomarse en cuenta al determinar el precio de un bien o servicio:

- ✓ Costo de producción, de administración y de venta, más una ganancia.
- ✓ Demanda potencial del producto y, por ende, las condiciones económicas de un país.
- ✓ Relación con la competencia (se tiende a bajarlo para poder entrar al mercado).
- ✓ Expectativas de los intermediarios (cual es el margen de ganancia esperado por ellos).
- ✓ Estrategias de mercadeo, para ubicarse en el mercado del bien o servicio.
- ✓ Control de precios por el gobierno.

Sea PV el precio de venta y j el margen sobre el precio y CU el costo unitario, entonces:

$$PV = jPV + CU \quad (1)$$

Que puede simplificarse en:

$$PV = \frac{CU}{1-j} \quad (2)$$

Sea h el porcentaje del margen sobre los costos, entonces para calcular un margen sobre los costos se usa la expresión:

$$PV = CU + hCU = (1 + h)CU \quad (3)$$

La otra forma de estimar los precios de la empresa es determinando, a partir de las cuatro ecuaciones siguientes, el precio que maximiza las utilidades. Sea Q la cantidad producida; a_1 el valor resultante, conocido, de la suma de todas las otras variables que determinan la demanda, tales como ingresos per cápita, población, etc.; b_1 el parámetro de la función de demanda que indica en cuantas unidades se incrementa la demanda cuando el precio varía; C el costo total; cv el costo variable; cf el costo fijo; R el ingreso total; U la utilidad definida como la diferencia entre el ingreso total y el costo total, entonces:

$$Q = a_1 - b_1PV \quad (4)$$

$$C = cvQ + cf \quad (5)$$

$$R = PVQ \quad (6)$$

$$U = R - C \quad (7)$$

Sustituyendo R y C como función de PV se resuelve entonces derivando $\frac{dU}{dPV}$ e igualando con cero, para encontrar el precio máximo. Debe probarse el criterio de la segunda derivada, para garantizar un máximo.

2.2.6 LOS INSUMOS Y LA MATERIA PRIMA.

Muchas veces el éxito de un proyecto depende del mercado proveedor de insumos y materia prima. Como indica Sapag y Sapag (2008) “muchos proyectos tienen una dependencia extrema en calidad, cantidad, oportunidad de la recepción y costo de los materiales. El estudio del mercado proveedor es más complejo de lo que puede parecer, ya que deberán estudiarse todas las alternativas de obtención de materias primas, sus costos, condiciones de compra, sustitutos, si son perecederos, necesidad de infraestructura especial para su bodegaje, oportunidad y demoras en la recepción, disponibilidad, seguridad en la recepción, etc.”

El costo de los insumos es un elemento clave en la determinación de los costos fijos mientras que el costo de materia prima es un elemento clave en la determinación de los costos variables de producción.

2.2.7 TÉCNICAS DE PROYECCIÓN DEL MERCADO.

Las técnicas de proyección del mercado nos sirven básicamente para estimar el comportamiento futuro de las variables demanda, oferta y precios.

Para Sapag y Sapag (2008) “cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace de su elección un problema decisional influido por diversos factores, como por ejemplo, la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo de procesamiento, los beneficios del resultado, los periodos futuros que se desee pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros.”

MÉTODOS CUALITATIVOS: Se basan principalmente en opiniones de expertos, en el uso de encuestas (como las de intención de compra) y se usan cuando no existen suficientes datos históricos o cuando existen, no explican por si solos el comportamiento futuro esperado.

La opinión de expertos es un método subjetivo. Uno de los métodos más conocidos es el método Delphi; que consiste en reunir a un grupo de expertos en calidad de panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimentación controlada después de una serie de respuestas. Se obtiene así información que tratada estadísticamente entrega una convergencia en la opinión del grupo, de la que nace una predicción. El método Delphi se fundamenta en que el grupo es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una sola persona, aunque sea experta en el tema.

El método de la investigación de mercado a través de la aplicación de encuestas es más sistemático y objetivo, que se vale del método científico. Con éste, se estudian características de productos, empresas o consumidores.

En general las encuestas se emplean en la medición de volúmenes esperados de venta, preferencias de calidad y precio, hábitos de compra, etc.

MÉTODOS CAUSALES: Se basan principalmente en el supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan el comportamiento del mercado permanece estable, para luego

construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estiman son las causantes de los cambios que se observan en el mercado.

Los métodos más frecuentes son el método de regresión lineal (que puede ser simple o múltiple) y el modelo de insumo – producto (o método de los coeficientes técnicos desarrollado por Leontief (1953), entre otros (modelos econométricos propuestos por Dervitsiotis y Lira).

MÉTODOS DE SERIES DE TIEMPO: Se utilizan principalmente cuando el comportamiento que asuma el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado, y siempre que esté disponible la información histórica en forma confiable y completa.

Una serie de tiempo es un conjunto de mediciones de una variable en el tiempo a intervalos igualmente espaciados. Se busca observar un patrón de comportamiento que permita la proyección futura de la variable estudiada. Se estudian cuatro componentes: la tendencia, un factor cíclico, fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas. Según Sapag y Sapag (2008) estos componentes pueden definirse como sigue:

Componente de tendencia se refiere al crecimiento o declinación en el largo plazo del valor promedio de la variable estudiada, por ejemplo; la demanda. Su importancia se deriva de considerar fluctuaciones en el nivel de la variable en el tiempo, con lo cual el estudio del nivel promedio a lo largo del tiempo es mejor que el estudio de esa variable en un momento específico.

Componente cíclico se refiere a las divergencias significativas entre la línea de tendencia proyectada y el valor real que exhiba la variable. Las causas de dichas divergencias pueden deberse al efecto combinado de fuerzas económicas, sociales, políticas, tecnológicas, culturales y otras existentes en el mercado. La mayoría de estos ciclos no tienen patrones constantes que permitan prever su ocurrencia, magnitud y duración.

Componente estacional se refiere a variaciones que se repiten en forma periódica y que normalmente depende de factores como el clima y la tradición, entre otros.

Componente no sistemático se refiere a la desviación debida al componente aleatorio.

Los métodos que permiten estimar el comportamiento de las series de tiempo: el método de los promedios móviles, el método de afinamiento exponencial y el método de ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados.

2.2.8 COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.

La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor, a tiempo y en el lugar adecuado (Baca, 2010). Es fundamental para el funcionamiento de una empresa, pues no basta con producir un bien o servicio de excelente calidad y precio si no se hace llegar a los consumidores colocando el bien o servicio en un lugar y momentos adecuados, que den a los consumidores la satisfacción que esperan con la adquisición. Los intermediarios son los encargados de hacer llegar los bienes y servicios al consumidor final. Los hay de dos tipos: los comerciantes (que se hacen dueños de la mercancía) y los agentes (que sirven de contacto entre el productor y el consumidor). Entre el productor y el consumidor puede haber varios intermediarios, con lo cual el precio del producto se incrementará para que todos reciban su parte.

“Un **canal de distribución** es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, deteniéndose en varios puntos de esa trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago a transacción, además de un intercambio de información” (Baca, 2010)

Los canales de distribución son:

- ✓ Productores – consumidores.
- ✓ Productores – minoristas – consumidores.
- ✓ Productores – mayoristas – minoristas – consumidores.
- ✓ Productores – agentes – mayoristas – minoristas – consumidores.
- ✓ Productor – usuario industrial.
- ✓ Productor – distribuidor industrial – usuario industrial.
- ✓ Productor – agente – distribuidor industrial – usuario industrial.

Normalmente se usa un análisis costo – beneficio para seleccionar el canal más adecuado. Sin embargo, es conveniente confirmar la posibilidad real de contar con él.

2.3 ESTUDIO TÉCNICO

2.3.1 INGENIERÍA DEL PROYECTO.

Según Sapag y Sapag (2008) “la ingeniería del proyecto conlleva a la determinación de la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado.”

Para Samuelson y Nordhaus (2002) la función de producción especifica la cantidad máxima de producción que puede obtenerse con una cantidad dada de factores. Se define en relación con un estado dado de los conocimientos técnicos. Una función de producción no siempre esta claramente descrita, más bien están como modelos mentales en los individuos. Es útil para describir la capacidad productiva de una empresa.

Para Oropeza (2003) y Samuelson y Nordhaus (2002) los factores de la producción son básicamente cuatro:

Trabajo que se refiere a la obra que lleva a cabo el hombre, mediante sus cualidades y habilidades, agregando, desde luego, su preparación cultural y técnica. De esta manera, el trabajo puede clasificarse en calificado, no calificado y creativo. Al trabajo productivo se le conoce como mano de obra, sueldos y salarios, trabajo humano y se aplican de forma directa e indirecta.

Recursos naturales que se refieren a la tierra, el agua, la luz solar, etc. A los recursos naturales también se les conoce como materias primas y se dividen en directas e indirectas.

Capital que se refiere al dinero, los bienes muebles e inmuebles, las instalaciones, siempre y cuando su propósito sea la generación de nuevas utilidades.

Organización que se refiere a la manifestación directa del esfuerzo humano indicando quienes van a hacer el trabajo, tomando en cuenta características específicas, como las jerarquías y las responsabilidades.

La producción es un proceso social, cooperativo y participativo. Producir es crear algo útil. El concepto de proceso nos dice que es un método o sistema adoptado para llegar a un determinado fin. El **proceso de producción** es el análisis microeconómico de la empresa industrial de producción, que comprende la transformación o conversión de ciertos insumos en bienes o servicios para satisfacer una necesidad humana. Su función define la relación cuantitativa (expresada en unidades monetarias) entre los insumos aplicados y los bienes o productos terminados que se obtuvieron (Oropeza, 2003).

A parte del proceso de producción, la unidad productiva conlleva el desarrollo de otros procesos como lo son: el **proceso económico**, que comprende las etapas de producción, circulación y distribución de los bienes o productos; el **proceso administrativo**, que utiliza las técnicas que facilitan la aplicación del esfuerzo organizado a la actividad en grupo y elabora diversos procedimientos que deben ponerse en práctica para el buen funcionamiento operativo, así como los manuales de organización y procedimientos; el **proceso de ventas**, que considera las etapas

requeridas para colocar la oferta de la empresa en el mercado de consumidores (detección de los clientes, realización de la venta, desarrollo de la venta y la promoción o publicidad); y el **proceso contable**, que registra la información contable relacionada con la producción y los costos para apoyar la toma de decisiones.

Los **insumos** se refieren a los elementos que utiliza la unidad productiva (establecimiento) para el logro de sus objetivos. Se clasifican en fijos (trabajadores y empleados de planta, terrenos, instalaciones, maquinaria y equipo); variables (trabajadores y empleados eventuales); y materia prima (energía, agua, combustible).

La **tecnología** utilizada en el proceso productivo puede determinar distintas alternativas para obtener el mismo producto. Pro ello, debe determinarse la intensidad con la que se usan los factores productivos. Esto determinará el grado de automatización del proceso y, por ende, su estructura de costos. No siempre la mejor alternativa corresponde a la tecnología más avanzada, debe seleccionarse aquella que optimice los resultados.

Los factores preponderantes en la selección de la alternativa técnica son obviamente de carácter económico. Sin embargo, en complemento puede ser necesario considerar algunos elementos de orden cualitativo que en algún momento adquieran tanta relevancia como los factores de orden económico. Los factores no económicos que más comúnmente se tienen en cuenta son la disponibilidad de insumos y su abastecimiento, ya sea de tipo material, humano o financiero (Sapag y Sapag, 2008).

A cada alternativa técnica se le debe exigir que sea capaz de producir en calidad y cantidad el número de unidades del bien o producto definidas en función de los resultados del estudio de mercado.

2.3.2 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO.

La determinación del tamaño de operación de la empresa que crearía el proyecto, tiene que ver con el nivel de producción o la capacidad de producción instalada. El tamaño está relacionado con las inversiones y los costos de operación, por una parte, y por la estimación de los ingresos por venta, por la otra.

Entre los factores más relevantes que determinan el tamaño de un proyecto se puede mencionar: la demanda, la disponibilidad de insumos, la localización, el plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa y la organización.

La demanda a futuro es el factor condicionante más importante. Deberá evaluarse si se considera una capacidad ociosa inicial que permita responder oportunamente ante una demanda creciente en el tiempo o dejar para luego la adecuación del tamaño para cuando las exigencias del mercado así lo requieran. Hay tres situaciones básicas del tamaño que pueden identificarse respecto a la demanda; aquélla en la que la cantidad demandada total sea claramente menor que la menor de las unidades productoras posibles de instalar, aquélla en que la cantidad demandada sea igual a la capacidad mínima que se puede instalar; y aquélla en que la cantidad instalada sea superior a la mayor de las unidades productoras posibles de instalar. La distribución geográfica del mercado permitirá decidir si hacer una gran planta o si por el contrario se decide instalar distintas plantas de distintos tamaños para distintas regiones, sin olvidar el impacto en los costos de distribución, que es contrario al de las economías de escala.

Los insumos y el recurso humano podrían no estar en la calidad y cantidad deseadas, tanto al inicio de la empresa como a futuro, limitando la capacidad de uso del proyecto o aumentando los costos del abastecimiento.

La localización de la empresa está muy relacionada con la disponibilidad de abastecimiento de los insumos, pues mientras más lejos se encuentre la planta de las fuentes de insumos, más alto será el costo de su abastecimiento, produciendo unas diseconomía de escala; es decir, mientras más aumente el nivel de operación mayor será el costo unitario de los insumos.

La organización puede limitar el tamaño si al elegir éste, se observa que no se cuenta con el personal suficiente y apropiado para cada uno de los puestos de la empresa.

La determinación del tamaño debe basarse en dos consideraciones que confieren un carácter cambiante a la optimación del proyecto: la relación precio-volumen, por el efecto de la elasticidad precio de la demanda, y la relación costo-volumen, por las economías y diseconomías de escala pueden lograrse en proceso productivo.

2.3.3 LOCALIZACIÓN Y ESPACIO FÍSICO.

La decisión de donde ubicar la empresa considera criterios económicos, estratégicos, institucionales, e incluso preferencias emocionales. Con ello se busca determinar la mejor localización que maximice la rentabilidad. Es una decisión de largo plazo con repercusiones económicas importantes que deben considerarse con precisión.

Se debe seleccionar una macrolocalización y, dentro de ésta, una microlocalización definitiva. En la macrolocalización se consideran factores como las políticas impositivas, las influencias climáticas, etc., que luego son comunes para la microlocalización.

2.3.3.1 Factores de localización

Sapag y Sapag (2008) consideran los siguientes factores que influyen de donde ubicar una empresa:

- ✓ Medios y costos de transporte.
- ✓ Disponibilidad y costo de la mano de obra.
- ✓ Cercanía de las fuentes de abastecimiento.
- ✓ Factores ambientales.
- ✓ Cercanía del mercado.
- ✓ Costo y disponibilidad de terrenos.
- ✓ Topografía de suelos.
- ✓ Estructura impositiva y legal.
- ✓ Disponibilidad de agua, energía y otros insumos.
- ✓ Comunicaciones.
- ✓ Posibilidad de desprenderse de desechos.

2.3.3.2 Métodos de evaluación por factores no cuantificables

En la literatura disponible hay varios métodos para evaluar la localización de una empresa por factores no cuantificables. Los tres que se destacan son:

Antecedentes industriales supone que si en una zona se instala una planta de una empresa similar, está será adecuada para la empresa que crearía el proyecto.

Factor preferencial que basa la selección en la preferencia personal de quien debe decidir (ni siquiera del analista). Así, el deseo de vivir en un lugar determinado puede relegar en prioridad a los factores económicos al adoptar la decisión.

Factor dominante que no permite alternativas a la localización.

2.3.3.3 La distribución de la planta

Una buena distribución de la planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores. Según Baca (2010) los objetivos y principios básicos de una distribución de la planta son los siguientes:

1. **Integración total.** Consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan la distribución, para obtener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.
2. **Mínima distancia de recorrido.** Al tener una visión general de todo el conjunto, se debe tratar de reducir en lo posible el manejo de materiales, trazando el mejor flujo.
3. **Utilización del espacio cúbico.** Aunque el espacio es de tres dimensiones, pocas veces se piensa en el espacio vertical. Esta acción es muy útil cuando se tienen espacios reducidos, su utilización debe ser máxima.
4. **Seguridad y bienestar para el trabajador.** Éste debe ser uno de los objetivos principales en toda distribución.
5. **Flexibilidad.** Se debe obtener una distribución fácilmente reajutable a los cambios que exija el medio, para poder cambiar el tipo de proceso de la manera más económica, si fuera necesario.

2.3.3.4 El espacio físico

Se requiere entonces calcular las áreas de cada departamento o sección de planta. Baca (2010) menciona las principales áreas que normalmente existen en una empresa.

1. **Recepción de materiales y embarques del producto terminado.**
2. **Almacenes,** para materia prima, producto en proceso y producto terminado. Se utiliza el concepto de lote económico para calcular el área de almacén de materia prima.
3. **Departamento de producción.**
4. **Control de Calidad.**
5. **Servicios auxiliares,** tales como calderas, compresores, bancos de hielo, etc.
6. **Sanitarios,** áreas para guardar ropa, y regaderas para bañarse.
7. **Oficinas** para la mano de obra indirecta, cuadros directivos, y de control de la empresa, así como áreas de oficina de atención al público.

8. Mantenimiento.

9. Área de tratamiento o disposición de desechos contaminantes.

2.3.4 ASPECTOS ORGANIZACIONALES.

La preparación y evaluación de un proyecto de inversión requiere tomar en consideración los aspectos organizacionales de la empresa que se crearía con dicho proyecto. La subestimación y la falta de análisis de dichos aspectos pueden conllevar a concluir de manera errónea sobre la rentabilidad de mismo. Cada proyecto de inversión presenta sus propias características, que definen su estructura organizativa acorde con los requerimientos propios que exija su ejecución.

El componente administrativo de la empresa debe garantizar tres variables básicas para la gestión: las unidades organizativas; los recursos humanos, materiales y financieros; y los planes de trabajo. Se debe entonces diseñar una estructura organizativa que garantice la consecución de los objetivos de la empresa. Dicha estructura se refiere a las relaciones relativamente fijas entre los puestos de una organización, y son el resultado de los procesos de la división del trabajo, departamentalización, esferas de control y delegación. Los departamentos agrupan trabajos de acuerdo con algún elemento común. La esfera de control determina el tamaño adecuado de unidades subordinadas a cargo de un supervisor en cada uno de los niveles de la organización. La delegación deberá tomar en cuenta como distribuir la autoridad y descentralizar la toma de decisiones.

La relevancia del estudio de los aspectos organizacionales de la empresa radica en el hecho de que la estructura que se adopte tiene su impacto en el flujo de caja (egresos y costos de operación) que pueden determinar la rentabilidad o no de la inversión.

El diseño de la estructura de la organización requiere fundamentalmente la definición de la naturaleza y contenido de cada puesto de la organización. Ello permite estimar el costo en remuneraciones.

La organización que asuma el proyecto tiene una doble influencia económica en su evaluación: un efecto en las inversiones y en los costos asociados a un tamaño específico de operación y un efecto indirecto en los costos de operación derivados de los procedimientos administrativos asociados a un tamaño, tecnología y complejidad de la estructura organizativa diseñada.

2.3.4.1 Factores organizacionales

Los factores organizacionales más relevantes que deben tenerse en cuenta en la preparación del proyecto se agrupan en cuatro áreas decisionales específicas, de acuerdo a Sapag y Sapag (2008): participación de unidades externas al proyecto (outsourcing administrativo); tamaño de la estructura organizativa; tecnología administrativa y complejidad de las tareas administrativas.

Todos estos factores tienen su expresión en los costos operacionales de administración, los que luego deberán cuantificarse para ser incluidos en el flujo de caja del proyecto.

Casi todos los proyectos presentan dos tipos de outsourcing administrativo: relaciones operativas (con proveedores y clientes); y unidades coordinadoras y fiscalizadoras en la estructura organizativa del proyecto (tales como: auditorías externas, contratistas de obras, servicios contables, cursos de capacitación, mantenimiento preventivo, mantenimiento de sistemas de información) que permiten operar con una estructura menor.

El tamaño del proyecto es el factor que aparentemente tiene mayor influencia en el diseño y tamaño de la estructura organizacional. Sin embargo, es posible aprovechar las economías de escala sobre cierta magnitud.

El análisis de los aspectos organizacionales debe dar cuenta también del espacio físico requerido, del personal administrativo, del personal de apoyo, las oficinas, las instalaciones, el mobiliario, los vehículos, el sistema de control, la impresión de formularios, el despacho de correspondencia, el material de oficina, etc.

No se debe olvidar que la estructura administrativa de una empresa puede ser tan dinámica como la empresa misma, sin embargo, suele suponerse para efectos de estimaciones que dicha estructura permanecerá en el tiempo. Claro está, si se prevé un crecimiento, podría, por ejemplo, sustituir algún servicio externo que se justifique su realización por la misma empresa (piénsese en empresas que disponen de sus propios departamentos de comercialización o de RRHH, como PDVSA ó P&G).

Una vez que se haya elegido la estructura más conveniente para la organización inicial, se procede a elaborar un organigrama general de la empresa, que muestra como quedarían los puestos y jerarquía dentro de la empresa.

2.3.5 ASPECTOS LEGALES.

“El análisis de los aspectos legales en la etapa del estudio de viabilidad económica no debe confundirse con la viabilidad legal. Mientras la viabilidad legal busca principalmente determinar la existencia de alguna restricción legal a la realización de una inversión en un proyecto como el que se evalúa, el estudio de los aspectos legales en la viabilidad económica pretende determinar cómo la normativa vigente afecta a la cuantía de los beneficios y costos de un proyecto que ya demostró su viabilidad legal” (Sapagy Sapag, 2008).

Todo proyecto rentable, debe enmarcarse dentro del ordenamiento jurídico vigente en el país donde se lleve a cabo (Constitución Nacional, códigos de diversa índole, como el fiscal, sanitario, civil y penal). Es decir, la empresa debe observar sus derechos y respetar sus deberes establecidos en la ley y en los contratos que suscriba.

Imagínese una empresa que requiere importar insumos para la elaboración de sus productos o que pretende exportar éstos últimos. Evidentemente, debe conocer las implicaciones económicas, especialmente las tributarias y cambiarias, para poder operar correctamente y sin contratiempos que pongan en riesgo la rentabilidad del negocio.

En la formulación y evaluación de proyectos interesa conocer aquellos elementos de la evaluación técnica, por ejemplo, que implicarían la elaboración de contratos, escrituras, gastos notariales y otros, que conlleven costos vinculados a aspectos legales. Deben considerarse costos asociados a permisos de transporte, o tratamientos fitosanitarios en el caso de productos alimenticios, con sus respectivos costos, o contratos en el caso de empresas inmobiliarias, o los costos para compensar a terceros por las externalidades generadas por la empresa, etc. Así también, deben considerarse los costos relacionados a compra de licencias, patentes o marcas, los pagos de aranceles y permisos para la importación de maquinaria, a los gastos derivados de los contratos de trabajo y finiquito laborales (prestaciones sociales), en la inversión en implementos para la seguridad industrial que posibiliten dar cumplimiento a las normas fijadas para tales efectos.

Los aspectos económicos que se consideran con mayor frecuencia son los relacionados con el tema tributario, tales como los impuestos a la renta y al patrimonio, los gastos de previsión social y salud o el impuesto al valor agregado IVA.

La forma legal de constitución de la empresa que se crearía a partir del proyecto tiene directa relación con el marco específico que lo norma tanto en lo legal, tributario y administrativo, como

en la forma de fiscalización (empresas de responsabilidad limitada, compañías anónimas, etc.), así como el monto de participación extranjera, si se permitiese.

2.4 ESTUDIO ECONÓMICO

2.4.1 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS.

Se inicia esta sección definiendo algunos conceptos de costos que se deben tener claros.

Costo: es el capital (inversiones y gastos) que se emplea en la unidad productiva, con el fin de generar ingresos (\$), a través de la producción de bienes.

Costo total de producción: es el grado monetario de los gastos efectuados por la unidad de producción, ya sea por la adquisición y aplicación de los insumos como materia prima y demás materiales, por la contratación y pago de sueldos y salarios o mano de obra, así como aquellos que se hicieron y que se deben aplicar en forma indirecta (o gastos indirectos de producción). En este tipo de gastos indirectos de producción también se deben incluir aquellos que se aplican en forma virtual y que corresponden a la depreciación de la maquinaria y el equipo de producción, así como las amortizaciones por los gastos de instalación (Oropeza, 2003).

El costo total CT puede dividirse en **costo fijo CF** y **costo variable CV**. Los costos fijos no resultan afectados por las decisiones de producción, mientras que los costos variables son aquellos en los que se incurre por conceptos como el trabajo o las materias primas y que aumentan los niveles de producción.

$$CT = CF + CV \quad (8)$$

Costos hundidos: son costos pasados que no tienen relevancia para efectos de la evaluación.

Costo de oportunidad: es el valor del bien o del servicio más valioso al que se renuncia. Las decisiones tienen costo de oportunidad porque elegir una cosa en un mundo de escasez significa renunciar a otra, es decir, los recursos pueden utilizarse para otros fines (Samuelson y Nordhaus, 2002).

En la presentación de los costos de un proyecto, no debe olvidarse que se trata de estimados, por lo tanto, no tiene sentido dar precisiones de tipo contable. Es aceptado el redondeo a miles, sin que por ello se pierda validez en la evaluación económica.

Por otra parte, se suele utilizar en la evaluación de proyectos los costos absorbentes, que incluyen un agregado de los costos tratados como un porcentaje de los mismos (Baca, 2010).

2.4.1.1 Costos de producción

A continuación se muestra una lista de los principales costos de producción que deben considerarse según Baca (2010):

1. *Costos de materia prima*, que debe tomar en cuenta no sólo lo que en definitiva estará incluido en el bien producido sino las disminuciones o mermas propias del proceso productivo, cuando las hubiese.
2. *Costos de mano de obra*, tomando en cuenta la división en mano de obra directa e indirecta. Se deben agregar sobre el sueldo base anual, los costos por seguro social, prestaciones sociales, vacaciones, aguinaldos y otros.
3. *Costos de los envases* que pueden ser de dos tipos: envases primarios, que es el que está en contacto directo con el producto; y el envase secundario, que es el contenedor que agrupa a varios productos (caja de cartón o plástico).
4. *Costos de energía eléctrica*, que incluyen los costos por alumbrado y uso de electricidad en oficinas (suelen ser pequeños en industrias manufactureras), pero fundamentalmente, los costos de electricidad utilizada por motores eléctricos, que obviamente, están ligados al tiempo de uso y a la capacidad de cada uno.
5. *Costos de agua*, que suelen utilizarse como medida de referencia 150 litros, como mínimo, por trabajador. Hay procesos productivos que requieren de agua como materia prima, en cuyo caso estos costos serán variables.
6. *Costo de combustibles*, que dependiendo del proceso productivo puede ser fijo y/o variable. Se consideran todos los combustibles que se utilicen tales como gas, diesel, gasolina, etc.
7. *Costos de mantenimiento*, en caso de que se decida realizar dicha actividad dentro de la organización de la empresa (lo cual implica prever mano de obra, local, etc.) o también podría decidirse contratar el servicio externo. Este tipo de costo siempre debe estar presente en una evaluación de un proyecto de inversión.
8. *Costo de control de calidad*, al igual que en el caso de mantenimiento, en caso de que se decida realizar dicha actividad dentro de la organización de la empresa (lo cual implica prever mano de obra especializada, locales acondicionados para tal fin, equipos, insumos como productos químicos, etc.) o también podría decidirse contratar el servicio externo.

Este tipo de costo siempre debe estar presente en una evaluación de un proyecto de inversión.

9. *Cargos de depreciación y amortización*, además de reducir el monto de los impuestos, permiten la recuperación de la inversión por el mecanismo fiscal que la propia ley tributaria ha fijado. Toda inversión que realice el promotor del proyecto (inversionista) puede ser recuperada por medio de estos cargos, de forma que es necesario estar al tanto de los tipos de inversiones realizadas y de la forma en que se recuperará esa inversión. Así, los costos de producción deberán contener este concepto, pero exclusivamente sobre las inversiones realizadas en esa área.
10. *Otros costos*, que se refieren a otros costos que se relacionan con el proceso productivo tales como detergentes, refrigerantes, uniformes de trabajo, dispositivos de seguridad y protección para los trabajadores, etc. En muchos casos, su contribución a los costos totales es pequeña si se compara con los costos de producción propiamente dichos. Por ello se les suele agrupar como otros costos.
11. *Costos para combatir la contaminación*, en aquellas empresas cuya producción de bienes y servicios implica también la producción de desechos sólidos y contaminación ambiental, para lo cual se debe contemplar equipos anticontaminantes y programas que apunten a minimizar el impacto o se deje de contaminar.

2.4.1.2 Costos de administración

Estos costos están relacionados con la función de administración de la empresa, tales como gastos en personal directivo, contadores, secretarías, etc., y gastos de oficina. En general, los costos de administración incluyen todos los gastos en los que incurre la empresa menos los de producción y venta.

2.4.1.3 Costos de promoción y venta

Estos costos están relacionados con la mercadotecnia de la empresa, es decir, al estudio de nuevos productos y como ajustarlos a los gustos y necesidades de los consumidores, al estudio de las cuotas del mercado de la competencia y la propia empresa, la publicidad, estudios de tendencia de las ventas. Por supuesto, también se deben incluir los costos referentes a hacer llegar el producto al consumidor final.

2.4.1.4 Costos financieros

Son los intereses que se deben pagar en relación con los capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces se colocan como gastos de administración, pero es bueno separarlos para diferenciar del resto de los gastos y, también, porque pueden cargarse como gastos deducibles de impuestos.

2.4.1.5 Inversiones

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, excluyendo el capital de trabajo. Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fijo, los bienes propiedad de la empresa, como terrenos (su costo debe incluir además del precio del lote, las comisiones a agentes, honorarios y gastos notariales), edificios, maquinaria, equipos, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros. Se llama fijo porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas.

Se entiende por activo intangible (que no se puede tocar) el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento y que incluyen patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica, transferencia de tecnología, gastos pre-operativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, agua, teléfono, internet y servicios notariales), estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación del personal, etc.

La mayoría de los proyectos consideran un ítem especial de imprevistos para afrontar aquellas inversiones no consideradas en los estudios y para contrarrestar posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje del total de inversiones (Sapag y Sapag, 2008).

2.4.1.6 Depreciaciones y amortizaciones

Deberá agregarse a cada tipo de costo el cargo por depreciación o amortización, dependiendo del caso, de acuerdo al método utilizado para tal fin (línea recta, etc.)

Tanto depreciación como amortización tienen la misma connotación. La diferencia está en que la depreciación se aplica a activos fijos, mientras que la amortización se aplica a activos diferidos o intangibles. La amortización significa el cargo o pérdida de valor contable en cada periodo que se hace para recuperar la inversión.

2.4.1.7 Capital de trabajo

El capital de trabajo se refiere al dinero con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

Aunque el capital de trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental con respecto a la inversión en activo fijo y diferido, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión fija y la diferida pueden recuperarse por la vía fiscal, mediante la depreciación y la amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio, ya que se supone que, dada su naturaleza, la empresa lo recuperará en el corto plazo (Baca, 2010).

2.4.1.8 Financiamiento

El financiamiento del proyecto puede hacerse por dos vías: Capital propio (inversionista) y/o a través de capital en préstamo, otorgado generalmente por una institución financiera o por otras empresas.

Se debe considerar el costo del capital o tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Se aplican los métodos para calcular el pago de intereses y capital de los préstamos realizados para llevar a cabo la empresa. Las leyes tributarias permiten deducir de impuestos los intereses pagados por deudas adquiridas por la propia empresa.

2.4.2 ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS Y BENEFICIOS.

Esta sección se inicia definiendo algunos conceptos que se deben tener claros.

Ingreso total: Es, por definición, el precio de venta del bien o servicio (PV) multiplicado por la cantidad vendida (Q). También se le conoce como ventas totales (Samuelson y Nordhaus, 2002).

Beneficio: En términos contables, se define como el ingreso total menos los costos que pueden atribuirse propiamente a los bienes o servicios vendidos (Samuelson y Nordhaus, 2002).

2.4.2.1 Tipos de beneficios

Ingresos directos por ventas tal y como lo especifica el cálculo del ingreso total.

Venta de activos que se tenga previsto reemplazar que debe estar reflejado en el calendario de inversiones de reemplazo.

Ingresos por ventas de subproductos o desechos aun cuando su cuantía no sea significativa, permite precisar la situación que podría enfrentar el proyecto.

La recuperación del capital de trabajo pues son parte del patrimonio del inversionista y, por lo tanto, tienen el carácter de recuperables. No está disponible para enfrentar compromisos financieros.

Valor de salvamento o de desecho del proyecto que puede estimarse a partir de un precio de venta, su valor contable o los beneficios futuros que podría generar desde el término del período de evaluación en adelante. No está disponible para enfrentar compromisos financieros.

Estimar un valor de salvamento o de desecho de un proyecto después del período de estudio es una tarea compleja y puede constituir el factor decisivo entre varias opciones de inversión.

Existen tres métodos para estimar el valor de salvamento (Sapag y Sapag, 2008):

1. Método contable, que hace uso del valor en libros de los activos. Se utiliza para ello cualquiera de los métodos de depreciación.
2. Método comercial, que hace uso del valor de mercado o precio de venta. Es difícil estimar un valor de mercado futuro, sin embargo, se puede usar el precio de un activo similar cuyo precio de mercado es conocido.
3. Método económico, que calcula el valor presente de un flujo promedio perpetuo.

2.4.2.3 Precio

El precio se define como el costo monetario de un bien, un servicio o un activo. Se mide en unidades monetarias por unidad del bien.

Los factores que deberían tomarse en cuenta para establecer una estrategia para fijar precios son:

a) la demanda, que establecerá un precio máximo posible; b) los costos, que definen el precio mínimo; c) los factores competitivos, que definirán una variabilidad que pueda subirlos o bajarlos; y d) las restricciones al precio, ya sean externas a la empresa, como regulaciones gubernamentales, o interna, como exigencias de rentabilidad mínima (Sapag y Sapag, 2008).

La elasticidad precio de la demanda permite medir la sensibilidad de la demanda (los compradores) frente a cambios en el precio de un producto y se define como la variación porcentual de la cantidad demandada (Q) dividida por la variación porcentual del precio (PV).

$$E_D = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta PV}{PV}} \quad (9)$$

La elasticidad ingreso de la demanda permite medir la sensibilidad de la demanda (los compradores) frente a cambios en el ingreso que éstos reciben, y se define como la variación porcentual de la cantidad demandada (Q) dividida por la variación porcentual del ingreso (I).

$$E_I = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta I}{I}} \quad (10)$$

2.4.3 CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA.

El flujo de caja es la representación gráfica de los cuatro elementos básicos del proyecto: la inversión inicial, los ingresos y los costos en el momento en el que éstos ocurren y el valor de salvamento ó de desecho del proyecto, cantidades estimadas durante el período de evaluación.

Es importante, sin embargo, resaltar algunas consideraciones adicionales con respecto al flujo de efectivo. Una empresa debe prever el suficiente efectivo para hacer frente a sus compromisos de manera oportuna. En tal sentido, se conocen los *flujos de efectivo preventivos*, con el fin de disponer de efectivo de resguardo para cualquier contingencia que se presente; los *flujos de efectivos inmediatos*, con el fin de poder llevar a cabo las operaciones que requieren el efectivo y no detenerlas, finalmente, los *flujos de efectivo especulativos*.

Si la empresa contará con políticas de crédito, como indica Oropeza (2003), es importante tomarlas en cuenta y conocer en qué fechas se debe recuperar el efectivo.

“El propósito es vender, pero habrá que considerar primeramente la generación de liquidez. Si una empresa no cuenta con flujo de efectivo tendrá problemas no sólo financieros, sino de incumplimiento de compromisos, como puede ser el pago de la nómina. Cuando los procedimientos de la cobranza son deficientes e inadecuados, y aun cuando la empresa reporte utilidades, corre el riesgo de ser no solvente, pues no puede recuperar con oportunidad los créditos que existen a su favor. Tampoco tiene sentido vender grandes cantidades de productos o servicios, si los registros individuales o reportes de cobranza indican la falta de pago o rezago de dichas cuentas” (Oropeza, 2003).

2.4.3.1 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio (PE) es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a los costos fijos y los variables. Visto desde los precios, se habla de punto

de beneficio nulo, y se refiere al nivel de precios en el que las empresas ni pierden ni ganan, cubriendo todos los costos pero obteniendo un beneficio nulo.

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios. No es una técnica para evaluar rentabilidad de una inversión, pues no la toma en cuenta y, además, en muchos casos es difícil delimitar con exactitud si ciertos costos se clasifican como fijos o como variables, lo cual es importante, pues mientras los costos fijos sean menores se alcanzará más rápido. La utilidad general que se le atribuye es que permite calcular fácilmente el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacer rentable el proyecto.

La Figura 1 muestra gráficamente como se calcula el punto de equilibrio. Matemáticamente, el punto de equilibrio corresponde al nivel de producción Q para el cual el ingreso total ($PV \cdot Q$) es igual a la suma de los costos fijo (Cf) más los costos variables (Cv).

$$PV * Q = Cf + Cv \quad (11)$$

De donde:

$$PE = Q = \frac{Cf + Cv}{PV} \quad (12)$$

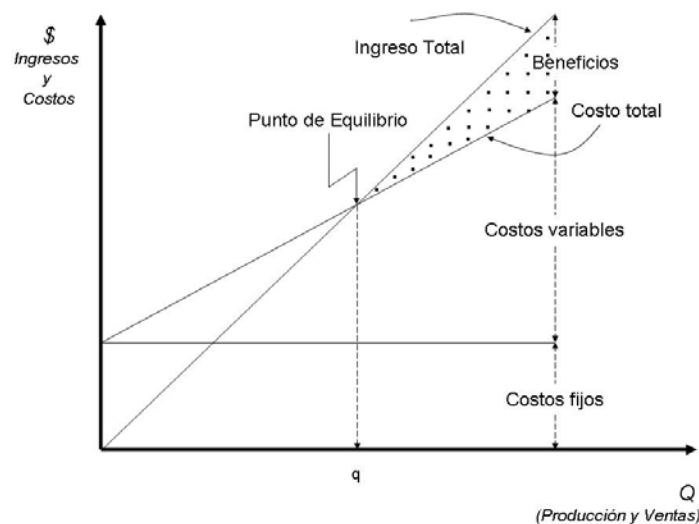


Figura 1. Gráfica del punto de equilibrio.

Fuente: Baca (2010).

2.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

2.5.1 INTRODUCCIÓN.

Todos los estudios involucran estimados de costos y recibos de los elementos que componen el flujo de caja. Sin embargo, estos estimados pueden variar y es evidente que al utilizar otro estimado las decisiones pudieran ser diferentes. En otros casos, sería posible variar bastante uno de los elementos sin cambiar la decisión.

En un análisis de sensibilidad se calcula la magnitud del cambio de uno o más factores que causaría un cambio en la decisión. Si se puede variar mucho el estimado de uno de los elementos de la decisión sin afectar la decisión, se dice que la misma es poco sensible a cambios (incertidumbres) en este elemento. Viceversa si un pequeño cambio en un estimado haría cambiar la decisión, entonces la misma es sensible a cambios en este elemento. La decisión se dice insensible a cambios en el elemento considerado, si se mantiene independientemente del valor que tome dicho elemento.

El análisis de sensibilidad constituye una fase sumamente importante en cualquier estudio.

Hay que reconocer la incertidumbre inherente en todos los estimados y tomar en cuenta sus posibles efectos sobre la decisión. Esta incertidumbre se puede expresar con probabilidades (vea el apartado 2.7) o se hace el análisis explícito al final del estudio.

Generalmente hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas estudiadas. No sólo son problemáticos los estimativos de las condiciones económicas futuras, sino que además los efectos económicos futuros de la mayoría de los proyectos solamente son conocidos con un grado de seguridad relativo. Es precisamente esta falta de certeza sobre el futuro lo que hace a la toma de decisiones económicas una de las tareas más difíciles que deben realizar los individuos, las industrias y el gobierno.

Además, es un hecho que los tomadores de decisiones rara vez se conforman con los resultados simples de un análisis. Generalmente lo que a estas personas les interesa es un rango completo de los posibles resultados que pueden ocurrir como una consecuencia de variaciones en las estimaciones iniciales de los parámetros del proyecto. Por consiguiente, un estudio económico completo debe de incluir la sensibilidad de los criterios económicos a cambios en las estimaciones usadas (Coss, 2006).

Coss (2006) concluye que “el análisis de sensibilidad es una técnica ampliamente utilizada en la práctica, pero que además de esta técnica existen muchas otras como árboles de decisión, análisis

de riesgo y simulación, las cuales pueden ser utilizadas para evaluar la incertidumbre de una propuesta de inversión. Y que cuando en un proyecto de inversión todos sus parámetros son inciertos (probabilísticos), la técnica de análisis de sensibilidad no se recomienda utilizar”.

Las principales ventajas de utilizar la técnica de análisis de sensibilidad son: 1) su fácil entendimiento (no se requiere tener conocimientos sobre teoría de probabilidad), y 2) su facilidad de aplicación. Sus principales desventajas son: 1) Analiza variaciones de un parámetro a la vez, y 2) No proporciona la distribución de probabilidad de la TIR o el VPN para variaciones en las estimaciones de los parámetros del proyecto.

2.5.2 MODELO UNIDIMENSIONAL DE LA SENSIBILIZACIÓN DEL VAN.

El análisis unidimensional de la sensibilización del Valor Actual Neto (VAN) determina hasta dónde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable (Sapag y Sapag, 2008).

Si en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado como el más probable el VAN era positivo, es posible preguntarse hasta dónde puede bajarse el precio o caer la cantidad de demanda o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que ese VAN positivo se haga cero. Se define el VAN de equilibrio como cero por cuanto es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto. De aquí que al hacer el VAN igual a cero se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto.

Como su nombre lo indica, y aquí radica la principal limitación del modelo, sólo se puede sensibilizar una variable por vez.

El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar.

El VAN es la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos actualizados del proyecto. Por tanto, para que el VAN sea igual a cero, debe cumplirse que:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (13)$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial

Y_t = Ingresos del periodo t

E_t = Egresos del periodo t

i = Tasa de descuento

t = Periodo

2.5.3 MODELO MULTIDIMENSIONAL DE LA SENSIBILIZACIÓN DEL VAN, SIMULACIÓN DE MONTE CARLO.

La operatividad de los modelos de sensibilización radica en la mayor o menor complejidad de sus procedimientos. El análisis multidimensional, a diferencia del unidimensional, además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar de qué manera varía el VAN frente a cambios en los valores de esas variables como una forma de definir el efecto en los resultados de la evaluación de errores en las estimaciones.

La simulación de Monte Carlo permite considerar una gran cantidad de combinaciones posibles respecto a las variables que afectan los resultados de un proyecto o negocio. Es una técnica basada en la simulación de distintos escenarios inciertos, los que permiten estimar los valores esperados para las distintas variables no controlables, por medio de una selección aleatoria, en la cual la probabilidad de escoger entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades. Esta herramienta permite entregar una mayor base científica a las predicciones sobre las que se fundamenta la toma de decisiones. Es muy útil en el proceso de toma de decisiones, formulación de estrategias y planes de acción.

Para la implementación de la aplicación computacional se recomienda la utilización del software Crystal Ball, del cual se podrá obtener la sensibilización de un modo bastante sencillo. Los principales pasos consisten en identificar las variables críticas a sensibilizar, asignar una distribución de probabilidad a dichas variables, junto con un valor promedio y una desviación estándar; definir la variable que se quiere medir como resultado, como por ejemplo el valor de mercado de la compañía o el VAN del proyecto y, finalmente, determinar el número de escenarios a simular con base en la respectiva proyección que se tiene.

Con todo ello se obtiene el valor más probable de la compañía o el VAN esperado del proyecto, dados todos los escenarios iterados en la simulación, además del respectivo intervalo dentro del cual podría caer el valor de la empresa y su determinada probabilidad de ocurrencia asociada.

Adicionalmente se podrá conocer indicadores estadísticos que apoyen el análisis y la toma de decisiones.

2.5.4 USOS Y ABUSOS DE LA SENSIBILIDAD.

Básicamente la sensibilización se realiza para evidenciar la marginalidad de un proyecto, para indicar su grado de riesgo o para incorporar valores no cuantificados.

En teoría no es importante conocer la marginalidad de un proyecto si no existe incertidumbre. Sin embargo, por ser el flujo de caja, sobre el que se basa la evaluación, el resultado de innumerables estimaciones acerca del futuro, siempre será necesaria su sensibilización.

De aquí se desprende cómo se puede emplear este análisis para ilustrar lo riesgoso que puede ser un proyecto. Si se determina que el valor asignado a una variable es muy incierto, se precisa la sensibilización del proyecto a los valores probables de esa variable. Si el resultado es muy sensible a esos cambios, el proyecto es riesgoso.

En estos términos, el análisis de sensibilidad es útil para decidirse a profundizar el estudio de una variable en particular o, a la inversa, para no profundizar más su estudio. En general, cuanto mayor sea un valor y más cercano esté el periodo cero en el tiempo, más sensible es el resultado a toda variación porcentual en la estimación.

Aun incorporando variables cualitativas en la evaluación, es preciso que éstas sean de alguna forma expresadas cuantitativamente. Esto mismo hace que el valor asignado tenga un carácter incierto, por lo que se requiere su sensibilización.

Si bien el análisis de sensibilidad facilita el estudio de los resultados de un proyecto, su abuso puede conllevar serias deficiencias en la evaluación.

2.6 ANÁLISIS DE RIESGO

2.6.1 GENERALIDADES.

En el año 2008 el mundo tuvo una nueva crisis económica provocada por muchos factores. Todos los países, incluso los desarrollados, sufrieron los efectos de esta crisis originada en Estados Unidos, y de acuerdo a los expertos, esta crisis fue similar en magnitud a aquella que sufrió Estados Unidos en 1929. La nueva crisis dejó, entre otras cosas, millones de desempleados en todo el mundo (Baca, 2010).

Con excepción de los siete países desarrollados y tal vez de China, el resto de los países sufrieron las consecuencias de la globalización de los mercados. Fluctuaciones en el precio de materias

primas importadas, en las tasas de interés, en la paridad monetaria de las monedas débiles respecto de las monedas fuertes, etcétera.

La evaluación de proyectos propone una metodología general de planeación de la nueva empresa y una serie de prácticas o técnicas para resolver cada una de las partes que constituyen esa metodología general.

Es evidente que cualquier inversión para producir bienes lleva un riesgo implícito. Este riesgo es menor entre más se conozcan todas las condiciones económicas, de mercado, tecnológicas, etc., que rodean al proyecto. Sin embargo no se trata únicamente de declarar que un proyecto de inversión es económicamente rentable y con cierto riesgo bajo determinadas condiciones y realizar la inversión; si a corto plazo esas condiciones iniciales cambian, la inversión ya hecha se vuelve económicamente no rentable y la empresa quebrará a los tres o cuatro años de instalada.

2.6.2 EL RIESGO EN LOS PROYECTOS.

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. Cuanto más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. Así, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja.

La incertidumbre caracteriza a una situación donde los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre, por tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos, o de información inexacta, sesgada o falsa.

La incertidumbre de un proyecto crece en el tiempo. El desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos estimados en su formulación. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y la calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad y calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto del comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior); la productividad real de la operación, etcétera.

John R. Canada (1980) señala y analiza ocho causas del riesgo y la incertidumbre en los proyectos. Entre éstas cabe mencionar el número insuficiente de inversiones similares que puedan proporcionar información promediable; los prejuicios contenidos en los datos y su apreciación,

que inducen efectos optimistas o pesimistas, dependiendo de la subjetividad del análisis; los cambios en el medio económico externo que anulan la experiencia adquirida en el pasado y la interpretación errónea de los datos o los errores en la aplicación de ellos.

Se han hecho muchos intentos para enfrentar la falta de certeza en las predicciones. Las “mejoras limitadas”, que David B. Hertz (1964) señalaba como “esfuerzos con éxito limitado que parecen no haber llegado a alcanzar la meta para hacer frente a la incertidumbre”, se han superado por diversas técnicas y modelos cuya aplicación ha permitido una evaluación de proyectos que aún con las limitaciones propias de tener que trabajar sobre la base de predicciones futuras, logra incorporar la medición del factor riesgo.

2.6.3 LA MEDICIÓN DEL RIESGO.

La falta de certeza de las estimaciones del comportamiento futuro se puede asociar normalmente con distribución de probabilidades de los flujos de caja generados por el proyecto. Su representación gráfica permite visualizar la dispersión de los flujos de caja, asignando un riesgo mayor a aquellos proyectos cuya dispersión sea mayor. Existen, sin embargo, modos precisos de medición que manifiestan su importancia principalmente en la comparación de proyectos o entre alternativas de un mismo proyecto.

2.6.4 MÉTODOS PARA TRATAR EL RIESGO.

Para incluir el efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos de inversión se han desarrollado diversos métodos o enfoques que no siempre conducen a un resultado idéntico. La información disponible es, una vez más, uno de los elementos determinantes en la elección de uno u otro método.

El criterio subjetivo es uno de los métodos comúnmente utilizados. Se base en consideraciones de carácter informal de quien toma la decisión, sin incorporar específicamente el riesgo del proyecto, salvo en su apreciación personal. Se ha intentado mejorar este método sugiriendo que se tengan en cuenta la expectativa media y la desviación estándar del VAN, lo cual, aunque otorga un carácter más objetivo a la inclusión del riesgo, no logra incorporarlo en toda su magnitud. De igual manera, el análisis de fluctuaciones de los valores optimistas, más probables y pesimistas del rendimiento del proyecto, sólo disminuye el grado de subjetividad de la evaluación del riesgo, sin eliminarla.

Los métodos basados en mediciones estadísticas son quizá los que logran superar de mejor manera, aunque no definitivamente, el riesgo asociado con cada proyecto. Para ello, analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros de caja para presentar a quien tome la decisión de aprobación o rechazo los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad.

Un método diferente de inclusión del riesgo en la evaluación es el del ajuste a la tasa de descuento. Con este método, el análisis se efectúa sólo sobre la tasa pertinente de descuento, sin entrar a ajustar o evaluar los flujos de caja del proyecto.

Si bien este método presenta serias deficiencias, en términos prácticos es un procedimiento que permite solucionar las principales dificultades del riesgo.

Frente a las desventajas respecto del método de ajuste a la tasa de descuento y con similares beneficios de orden práctico, está el método de equivalencia a certidumbre. Según este criterio, quien decide está en condiciones de determinar su punto de indiferencia entre flujos de caja por percibir con certeza y otros, obviamente mayores, sujetos a riesgo.

Otro de los criterios que debe evaluarse es el de los valores esperados. Este método, conocido comúnmente como análisis del árbol de decisiones, combina las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales para calcular el valor esperado de su rendimiento. Aunque no incluye directamente la variabilidad de los flujos de caja del proyecto, ajusta los flujos al riesgo en función de la asignación de probabilidades.

El último método es el análisis de sensibilidad. La aplicación de este criterio permite definir el efecto que tendrían sobre el resultado de la evaluación cambios en uno o más de los valores estimados en sus parámetros.

CAPÍTULO 3.

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se establece la metodología que se utilizará para el logro de los objetivos planteados en esta investigación; así mismo, se hace alusión de los instrumentos necesarios para llevarla a cabo y el análisis estadístico de los datos obtenidos.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto aplica una investigación no experimental cuantitativa y el alcance de este estudio se define como descriptivo ya que se busca especificar los estudios de mercado, técnico y financiero para la evaluación del riesgo de invertir en la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa.

Para lograrlo se aplica una investigación del tipo de campo, donde la recopilación de información se realiza enmarcada dentro del ambiente específico que se lleva a cabo en un invernadero.

3.2 SUJETOS DE ESTUDIO

Para este proyecto se consideran sujetos de estudio los cultivos de tomate, pepino, melón, sandía, tabaco y los crisantemos; incluyendo sus diferentes variables, tales como, producción, precio por tonelada, siniestralidad, entre otros.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación plantea el siguiente diseño como estrategia para analizar la certeza de las hipótesis formuladas. Los pasos a seguir para abordar cada uno de los objetivos son los siguientes:

- ✓ Realizar una revisión bibliográfica de las diferentes técnicas para evaluar el riesgo de invertir, así como para definir los conceptos relacionados con la producción bajo invernaderos.
- ✓ Realizar un estudio de mercado que incluya el análisis de la oferta, la demanda, la definición del precio, así como los canales de comercialización.
- ✓ Realizar un estudio técnico que permita definir la ingeniería del proyecto, así como el tamaño y localización de la planta.
- ✓ Realizar el estudio financiero y obtener conclusiones que permitan tomar decisiones para la implementación del riego por goteo en el invernadero.

3.4 MÉTODOS PARA RECOPILAR INFORMACIÓN

Los métodos a utilizar en este proyecto son:

- ✓ Entrevistas con los expertos.
- ✓ Revisión de documentos.

Las entrevistas son uno de los medios importantes de recopilar información y se recomienda llevarlas a cabo, de manera tal que se adapten a la situación y a las personas entrevistadas, esto permitirá identificar las variables para su documentación.

CAPÍTULO 4.

MARCO OPERATIVO

En el presente capítulo se describe el estudio de mercado, estudio técnico, y se muestran los resultados de las simulaciones de los posibles escenarios para la implementación del riego por goteo en el invernadero.

4.1 ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1. PRODUCTOS

Se pretende producir y comercializar diferentes productos, se pretende que la producción sea de muy buena calidad y de alto rendimiento, esto debido a la implementación de la automatización del riego por goteo en el invernadero del ITSTa, cuya finalidad es la producción intensiva y la protección de los cultivos.

Se pretende que el 80% del total de la producción, sea de primera calidad, por lo cual se espera que su precio sea preferente ante la competencia en el mercado, es decir que su precio sea mayor comparado con la competencia que haya en el mercado en determinada época.

Los requisitos para los productos de primera calidad son los siguientes:

- ✓ Tamaño.
- ✓ Consistencia.
- ✓ Peso.
- ✓ Fruto limpio.
- ✓ Color.

4.1.2 SUBPRODUCTOS

Para fines técnicos se toman como subproductos el resto de la producción, en este caso corresponde al 20% del total. Este porcentaje se le considera como de segunda calidad, ya que no cumplen con algún requisito.

El precio de venta de los productos de segunda es inferior al de primera clase y se comercializa por separado en mercados regionales a costos más bajos.

4.1.3 ENVASE Y EMPAQUE

El Manual para el mejoramiento del manejo post-cosecha de frutas y hortalizas publicado por la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para América Latina y el Caribe menciona que el empaque de frutas y

hortalizas debe satisfacer los requerimientos tanto del producto como del mercado. En este caso se busca que el producto llegue lo más fresco posible a su consumidor final, para lo cual se utiliza el cartón como envase para llevarlo a su destino.

El envase es una inversión necesaria con la finalidad de ofrecer lo siguiente:

- ✓ Proteger el producto en todas las etapas del proceso de mercadeo desde el productor hasta el consumidor.
- ✓ Eliminar la manipulación individual del producto para de este modo acelerar el proceso de mercadeo.
- ✓ Uniformizar el número de unidades del producto por envase de modo que todos los comerciantes manejen cantidades estandarizadas.

En el periodo de post-cosecha el tomate se selecciona, para posteriormente empacarse y envasarse en cajas de cartón o plástico según el mercado de destino.

4.1.3.1 Cajas de cartón

Las características principales de este tipo de envase es que son más prácticas y más suaves, lo que ayuda a que el producto no se maltrate y llegue en mejores condiciones a su consumidor final. Existen varios tamaños de cajas de cartón, sin embargo los más utilizados son el de 14 y 16 Kg.

4.1.3.2 Cajas de plástico

Tienen doble finalidad, ya que sirven para la recolección y para la comercialización, este tipo de envase es más resistente y tiene la característica de ser retornable; al igual que las cajas de cartón existen varios tamaños, sin embargo los más usuales son las cajas de 20 y 30 Kg.

4.1.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA

México se encuentra entre los principales productores y exportadores de hortalizas en el mundo, se ubica en el cuarto lugar a nivel mundial y el primero en el continente. Otros exportadores de gran peso son: Países Bajos, España, China, Francia, Bélgica, y Canadá; los diez principales productores de hortalizas suman alrededor de 70% de la producción de hortalizas en el mundo (Financiera Rural, 2008).

En contraste, los grandes importadores de hortalizas son la Unión Europea y los Estados Unidos que suman el 50% del valor mundial de las importaciones de hortalizas; y en menor medida Canadá, China y Japón.

Por su parte, México posee una riqueza de climas y ecosistemas que permiten la adecuada producción de hortalizas durante todo el año, lo cual constituye una de las principales ventajas ante otros competidores potenciales. En el país se producen alrededor de 70 variedades de hortalizas que se clasifican en 7 grupos diferentes, entre las que destacan las siguientes:

Tabla 2. Clasificación de hortalizas.

Semillas - granos	Chicharo, haba, arveja, elote, ejote.
Frutos	Tomates, chiles en todas variedades, berenjena, pimientos, sandía, melón, chayote.
Bulbos	Ajo, cebolla, puerro, poro, chalota, etc.
Hojas	Col de Bruselas, col china, repollo, brécol, espinaca, acelga, lechuga, nabo, berro, pápalo, quelite, etc.
Tallos tiernos	Achírcora, borraja, cardo, endibias, escarola, espárrago.
Pepónidas	Calabacín, calabaza, pepino, chilacayote.
Raices	Zanahoria, rábano, remolacha de mesa, betabel, papas, papanabo.
Flores comestibles	Alcachofa, flor de calabaza, brócoli, coliflor.

Fuente: Financiera Rural (2008).

Durante el periodo 2000-2006 el campo mexicano produjo en promedio 9.33 millones de toneladas de hortalizas anuales en una superficie sembrada promedio anual de 565.7 miles de hectáreas y con un valor comercial promedio de 31,233.4 millones de pesos (mdp) anuales durante este mismo periodo.

No obstante que las hortalizas se caracterizan por altos precios en el mercado, no todas sus variedades son igualmente beneficiosas y/o poseen los mismos rendimientos. Entre los tipos más rentables destacan: el tomate rojo, cuyo valor promedio de la producción entre 2004-2006 fue 12,201.2 mdp; el chile verde con un valor promedio de 9,640.1 mdp; la cebolla con valor

promedio de 3,642 mdp; tomate verde con valor promedio de 2,543.6 mdp, la calabacita con promedio de 1,524.6 mdp y el pepino con un valor promedio de 1,331.6 mdp.

Aunque las hortalizas anteriormente mencionadas son las de mayor valor comercial, no necesariamente son las más extensivamente sembradas o bien las de mayor rendimiento. Por ejemplo, el rendimiento por hectárea de la cebolla ó el pepino podría hacer a este cultivo más rentable por encima del chile verde. Los cultivos de mayor rendimiento a nivel nacional son: Chayote con 58.3 toneladas por hectárea (ton/ha.), el Nabo (47.1 ton/ha), Berenjena (37.2 ton/ha), Col o repollo (34.1 ton/ha) y el tomate rojo (32.2 ton/ha).

Entre 2000 y 2005 la producción del tomate rojo promedió 2.15 millones de toneladas; el Chile verde 1.85 millones de toneladas; la cebolla 1.2 millones de toneladas; el tomate verde 625.7 miles de toneladas, y la calabaza 419.6 miles de toneladas.

Por otra parte, en estos cultivos los agricultores son altamente sensibles a las señales del mercado, lo cual resulta en una fuerte dinámica de sustitución de cultivos; donde el productor reemplaza los cultivos con bajo valor de mercado por aquellos con un valor mayor. Los cultivos más extensivamente producidos son el chile verde, el tomate rojo, tomate verde, la cebolla, todos ellos en promedio de 2004-2006 con arriba de 50,000 hectáreas sembradas.

Tabla 3. Producción agrícola en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Ciclo: Año agrícola y perennes 2011. Modalidad: Riego + Temporal.

Cultivo	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Tomate	2313.75	2313.75	54381.5	23.504	6691.11	363872471.32
Pepino	250.25	250.25	5216.25	20.844	2479.89	12935731.8
Melón	10	10	130	13	5000	650000
Sandía	4991.5	4978.5	84316	16.936	2680.79	226033.38
Tabaco	1146	1146	1398.8	1.221	51824.71	72492400
Crisantemos	46	46	21.62	0.47	27000	583740

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON).

Fernández Arias (2012) afirmó que en 2011 el país registró una producción de 10.7 millones de toneladas de hortalizas, de las cuales 2.1 fueron de chile verde; 1.8, jitomate; 1.4, cebolla; 800 mil, nopalitos; 700 mil, elote; 600 mil, tomate verde, y 3.3 millones de otros.

En la producción mundial de hortalizas, México ocupa el 2° lugar en chile y maíz verde (elote para ensalada); 4°, espárragos; 6°, coliflor; 7°, calabazas; 10°, tomate y cebolla; 18°, zanahoria, y 23°, ajo.

En el caso de exportaciones, México es el primero en chile y tomate, cuarto en cebollas y séptimo en ajo; con esto, el país se ubica como la quinta potencia mundial en producción de hortalizas bajo invernadero, lo cual representa una alternativa de adaptación frente a los retos del cambio climáticos.

Los estados que llevan el liderazgo nacional en la práctica de horticultura protegida, con la adopción de tecnologías extranjeras, son Sinaloa, Sonora, Jalisco, Baja California, Coahuila y Guanajuato.

A nivel global, la producción de hortalizas en 2010 fue de mil 36 millones de toneladas, en las que destacan tomate, con 152 toneladas; sandías, 99; cebollas secas, 78; coles y otros crucíferos, 66; pepinos y pepinillos, 62, y otros, 579.

4.1.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El consumo per cápita promedio en México de hortalizas entre 1999-2001 se situó en 72 kg per cápita al año. Las hortalizas que destacan por su demanda son: tomate rojo, tomate verde y los chiles (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Demanda en el mercado interno, 2006. (Toneladas)

Cultivo	Consumo semanal	Consumo anual	Producción anual	Porcentaje de producción
Ajo	244.5	12714.0	43724.2	29.1
Brócoli	709.4	36888.8	247823.1	14.9
Calabaza	4081.9	212260.7	429786.5	49.4
Cebolla	9429.9	490356.8	1238236.5	39.6
Elote	1204.8	62651.2	648238.4	9.7
Lechuga	2674.4	139067.6	274035.0	50.7
Pepino	1878.1	97661.6	496028.5	19.7
Tomate verde	6299.1	327554.9	805721.3	40.7
Jitomate	25256.2	1313322.0	2093431.6	62.7

En el mercado interno, las hortalizas de mayor demanda a nivel nacional son el jitomate (tomate rojo), la cebolla, el tomate verde, calabaza, pepino. En términos de proporción, los mayores porcentajes que se quedan en el mercado interno, sin contar las hortalizas procesadas, son el jitomate, calabaza, tomate verde y cebolla.

4.1.6 PRECIO

Los precios de los diferentes productos que se analizan en este proyecto cuentan con las siguientes características:

- ✓ El producto que se encuesta es de primera calidad y ésta se define por los criterios que rigen en la práctica comercial
- ✓ Precios frecuentes a los que vende el comerciante mayorista. La cotización se levanta en piso, área de productores, locales comerciales o a bordo de camionetas.

Tabla 5. Promedio de Precios en diferentes centrales de abasto (Marzo, 2013).

Producto	Unidad Venta	Precio (\$)
Tomate	Kg.	16.00
Pepino	Kg.	8.00
Melón	Kg.	10.00
Sandía	Kg.	5.50
Tabaco	Kg.	35.00
Crisantemo	Docena	50.00

Fuente: Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA).

4.1.7 COMERCIALIZACIÓN

Uno de los objetivos del proyecto de inversión, es el de buscar y encontrar nuevos mercados para distribuir el producto, por lo que se realizó un análisis para ver la viabilidad de introducirse a dichos mercados.

4.1.7.1 Mercado meta

Existen dos mercados meta a los cuales se pretende dirigir el producto, el primero de ellos es dirigirlo a las tiendas de autoservicio de la ciudad como Bodega Aurrera, Súper Alan, Limón Almacenes; el segundo mercado es dirigir el producto al Mercado Municipal y pequeñas misceláneas.

4.1.7.2 Mercados alternos

Al realizar un proyecto de inversión de tipo agrícola enfocado a la producción y comercialización de productos bajo invernadero, se deben tener en cuenta alternativas de comercialización del producto.

En este caso se toman como mercados alternos las centrales de abasto del sureste del país, como son Poza Rica, Coatzacoalcos, Minatitlán, entre otros.

4.2 ESTUDIO TÉCNICO

4.2.1 INGENIERÍA DEL PROYECTO

Fernández, et. al. mencionan que un sistema de control distribuido está constituido por 4 subsistemas:

- ✓ El bus de campo (PROFIBUS), es la plataforma física de comunicación entre el autómata programable (PLC) y la periferia descentralizada (DP).
- ✓ La periferia descentralizada, se encarga de tomar la información de los sensores (de temperatura, humedad relativa, etc.), digitalizarla y mandarla por la red al PLC. Por otra parte recoge las órdenes de éste y las ejecuta sobre los sistemas de actuación (nebulización, calefacción, etc.).
- ✓ El PLC actúa como unidad de control. A partir de la información de todos los sensores y de la lógica de control, determina las actuaciones a realizar.
- ✓ La computadora personal (PC) donde se implementa la interfaz de usuario (HMI), trasladando la información del PLC al usuario y viceversa, además de realizar las funciones de servidor de Internet.

4.2.1.1 Sistemas de control del invernadero

Se propone un sistema control más seguro y eficiente que el ya utilizado, para poder tener una mejor calidad en el cultivo y proporcionar un ahorro de energía eléctrica y gas. Para esto se menciona cada uno de los sistemas a controlar.

4.2.1.2 Riego

Uno de los sistemas más utilizados en horticultura es el riego por goteo, en el que el agua se distribuye a baja presión en zonas muy concretas del terreno (bulbo húmedo), donde se desarrolla un sistema radicular del cultivo, con una frecuencia tal que en todo momento quede garantizada una alta humedad en la zona que se riega. Resulta muy útil cuando se tienen problemas de salinidad o fitosanitarios del suelo o alto contenido de sales en el agua utilizada para el riego.

Lo que comúnmente se conoce como riego por goteo es, de hecho una combinación de varios tipos de sistemas de distribución de agua de bajo volumen y alta frecuencia. El término correcto para estos sistemas es microirrigación. Cada sistema de microirrigación se distingue por un tipo diferente de emisor (la parte que descarga el agua). Estos sistemas de microirrigación son los requeridos por los agricultores. Debido a que su necesidad de conservar el agua es cada vez mayor.

Algunos de estos sistemas literalmente distribuyen el agua gota por gota. Lejos de ser una tortura con agua, este tipo de sistema es la mejor forma de aprovechar el agua para las plantas. Manteniendo húmedas las raíces de las plantas (pero no al punto de saturación).

Se busca proporcionarle de 3 a 3.5 litros de agua cada 24 horas. Lo ideal para este invernadero es que tenga riegos muy frecuentes por hora, como unos 3 riegos por hora, entonces se tendrán riegos de 0.093 litros entre las 8:00 A.M. y las 8:00 P.M. (12 horas al día). Es así que se aplicaran sólo las cantidades requeridas de fertilizantes y agua al cultivo, sin tener que desperdiciar estos elementos.

4.2.1.3 Fertilización

Es el suministro de nutrimentos que se le proporcionará a la planta por medio del sistema de riego diluyéndolo en el agua para una mejor distribución y no desperdiciando fertilizante.

Para llevar a cabo la fertilización se utiliza el fertirriego, el cual se basa en aplicar fertilizante soluble en agua, y distribuyéndolo a la planta a través del sistema de riego.

4.2.1.4 Sistema de control de temperatura

A continuación se muestran las temperaturas óptimas, superiores e inferiores de los productos a sembrar en el invernadero.

Tabla 6: Temperaturas óptimas, superiores e inferiores de los productos a sembrar en el invernadero.

Producto	Temperatura óptima (°C) Día/Noche	Temperaturas superiores (°C) Afectación	Temperaturas inferiores (°C) Afectación
Tomate	20–30/1-17	30-35 Fructificación	12-15 Desarrollo de la planta
Pepino	19-27/16-27	> 30 Producción precoz	< 17 Malformaciones en hojas y frutas
Melón	8-30	-	-
Sandía	11-28	-	-
Tabaco			
Crisantemos	10-27	> 27 Inhiben la floración	< 10 Retarda pero no inhibe la iniciación

Fuente: Elaboración propia.

El tomate a temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuoso o nulo. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

El pepino es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín.

La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales, presentando además mayores problemas de germinabilidad. Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30 °C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable.

Salinger (1991) menciona que los cultivares de los crisantemos pueden dividirse en dos grupos de acuerdo a su respuesta ante la temperatura de crecimiento y la longitud del día (fotoperíodo):

- ✓ Crisantemos de floración veraniega o temprana.
- ✓ Crisantemos de todo el año (AYR; All year round).

Kofranek (1980) clasificó numerosos cultivares de crisantemo según la respuesta de la floración a la temperatura:

- ✓ Cultivares de termocero.
- ✓ Cultivares termopositivos.
- ✓ Cultivares termonegativos.

Según los datos mostrados en la tabla anterior el invernadero tendrá un rango seguro de 12 °C a 28 °C, dependiendo del tipo de cultivo. Para esto, cuando se presenten temperaturas más bajas de 12 °C que es el límite inferior, se activará la etapa de calefacción que nos transferirá el calor por medio de convección, a través del fluido que en este caso es el aire. La etapa de enfriamiento se activará cuando la temperatura rebase el límite superior de 28 °C, sustrayendo el calor excesivo.

La temperatura será censada utilizando el circuito integrado (CI) LM35, el cual es un sensor de temperatura. Este le mandará una señal eléctrica equivalente a la temperatura al PLC, el cual estará registrando la temperatura. El PLC encenderá el sistema cuando se tengan medidas de que el rango seguro de temperatura está alterado.

4.2.1.5 Humidificación

Con este sistema se busca tener la humedad en un rango seguro para el cultivo, para esto se medirá la humedad relativa con un comparador el cual entrega la diferencia entre dos sensores de temperatura LM35, uno en estado seco y otro en estado de humedad máxima.

Este sistema también será controlado por medio del PLC. Al igual que el sistema anterior se busca tener un rango seguro, que cuando éste se vea afectado encienda. Será igual al sistema anterior pero con medidas de porcentaje de humedad relativa (HR).

Es así, que lo que se busca es proporcionarle al invernadero una mejor optimización en el control de las variables, ahorro de energía y agua.

4.2.2 TAMAÑO DE LA PLANTA

El proyecto se desarrolla en un invernadero tipo minigreen, el cual es sin duda el invernadero más pequeño del mercado y refinado en su tipo, es resistente y de bajo costo, además de que su fuerte estructura de acero galvanizado es fácil y rápido de ensamblar. Ampliamente recomendado para espacios pequeños y trabajos de investigación, así como el desarrollo de nuevas técnicas de cultivo, entre otros.

El invernadero minigreen es ideal para las actividades que se enlistan a continuación:

- ✓ Germinación de semillas.
- ✓ Enraizamiento de esquejes (estacas).
- ✓ Producción de flores.
- ✓ Producción de cactáceas.
- ✓ Producción de lombricomposta.
- ✓ Producción de hortalizas.
- ✓ Producción de plantas de ornato.
- ✓ Producción de especies forestales.
- ✓ Exhibición y venta de plantas.



Figura 2. Invernadero minigreen.

Fuente: Asesores en Construcción y Extensión Agrícola S. A. de C. V.

4.2.3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto surge con la finalidad de explotar al máximo los recursos con los que cuenta el ITSTa como lo son el terreno, el agua y los recursos tecnológicos, por lo que la localización del proyecto está determinada desde el principio.

4.2.3.1 Macrolocalización

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Tantoyuca, cuyas coordenadas son 21°21' latitud norte, longitud oeste de 98°14' y cuenta con una altura de 140 msnm tiene un clima cálido-extremoso, con lluvias abundantes sólo en verano y con una temperatura anual de 23 °C.



Figura 3. Mapa de macrolocalización del Municipio de Tantoyuca.

Fuente: Wikipedia®

4.2.3.2 Microlocalización

El invernadero está dentro del terreno del ITSTa, el cual está ubicado en la Desviación Lindero Tametate S/N Col. La Morita del Municipio de Tantoyuca, Veracruz.

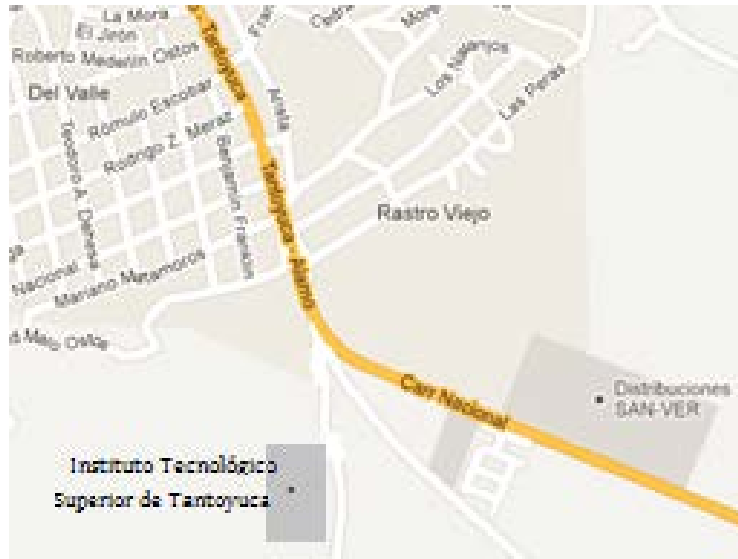


Figura 4. Mapa de la microlocalización del ITSTA en Tantoyuca.

Fuente: Google Maps - ©2013 Google

4.2.3.3 Distribución de la planta

El proyecto se desarrolla dentro del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, a continuación se muestra el croquis de distribución.

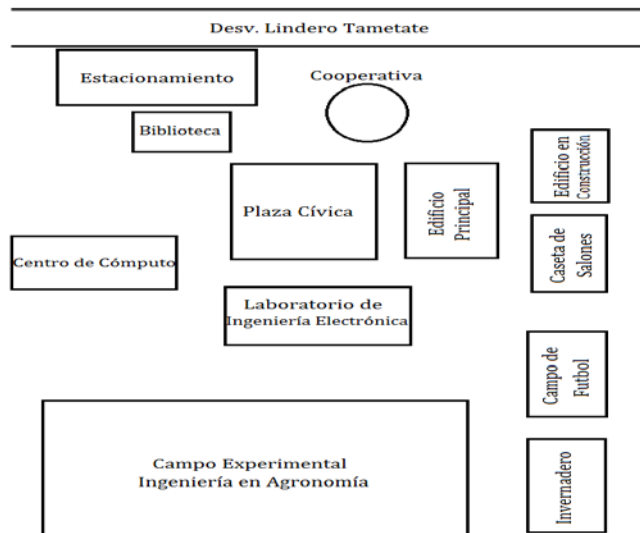


Figura 5. Croquis de distribución del ITSTA.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.4 Equipo y maquinaria

En la Tabla 7 se describe el equipo y maquinaria que se habrá de utilizar para la implementación de la automatización del riego por goteo en el invernadero, así como su precio en el mercado.

Tabla 7. Equipo y maquinaria requerida.

Concepto	Descripción de presentación	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Poliducto cedula 80	2 rollos de 100 m c/u	345.00	690.00
Instrumentación electrónica	1 Unidad	20000.00	20000.00
Luxómetro Modelo EA30	1 Unidad	2000.00	2000.00
Termo higrómetro	1 Unidad	650.00	650.00
Modelo TMX005X			
Kit para jardinería	3 Unidades	620.00	1860.00
Bascula digital	1 Unidad	1200.00	1200.00
METTRIA			
Total			\$26400.00

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.5 Insumos y materiales para la producción

En la Tabla 8 se menciona los insumos y materiales que utilizan para la producción en el invernadero, así como su precio en el mercado.

Tabla 8. Insumos y materiales para la producción.

Concepto	Cantidad requerida	Presentación	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Nitrato de calcio	1	Bulto de 25 Kg	280.00	280.00
Nitrato de potasio	1	Bulto de 25 Kg	450.00	450.00
Ultrasol Tomate	1	Bulto de 25 Kg	550.00	550.00
Insecticidas	4	Botellas de 250 ml	320.00	1280.00
Fungicidas	1	Kilogramo	380.00	380.00
Total				\$2940.00

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.6 Mano de obra directa durante un ciclo

En las siguientes tablas se muestra la mano de obra que se utiliza para un ciclo de producción de los 6 diferentes cultivos que se habrán de analizar.

Tabla 9. Mano de obra directa para la producción de tomate.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	30	120.00	3600.00
Poda de formación	Jornal	12	120.00	1440.00
Tutorado	Jornal	15	120.00	1800.00
Polinización manual	Jornal	18	120.00	2160.00
Despunte de inflorescencias y aclareo del fruto	Jornal	1	120.00	120.00
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00
Fertirrigación	Jornal	20	120.00	2400.00
Corte en cosecha	Jornal	8	120.00	960.00
Total				\$12720.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Mano de obra directa para la producción de pepino.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	20	120.00	2400.00
Poda de formación	Jornal	12	120.00	1440.00
Tutorado	Jornal	15	120.00	1800.00
Polinización manual	Jornal	18	120.00	2160.00
Despunte de inflorescencias y aclareo del fruto	Jornal	1	120.00	120.00
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00

Fertirrigación	Jornal	12	120.00	1440.00
Corte en cosecha	Jornal	4	120.00	480.00
Total				\$10080.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Mano de obra directa para la producción de melón.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	20	120.00	2400.00
Poda de formación	Jornal	0	120.00	0.00
Tutorado	Jornal	0	120.00	0.00
Polinización manual	Jornal	1	120.00	120.00
Despunte de inflorescencias y aclareo del fruto	Jornal	0	120.00	0.00
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00
Fertirrigación	Jornal	20	120.00	2400.00
Corte en cosecha	Jornal	8	120.00	960.00
Total				\$6120.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Mano de obra directa para la producción de sandía.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	20	120.00	2400.00
Poda de formación	Jornal	0	120.00	0.00
Tutorado	Jornal	0	120.00	0.00
Polinización manual	Jornal	1	120.00	120.00
Despunte de inflorescencias y	Jornal	0	120.00	0.00

aclareo del fruto				
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00
Fertirrigación	Jornal	20	120.00	2400.00
Corte en cosecha	Jornal	8	120.00	960.00
Total				\$6120.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Mano de obra directa para la producción de tabaco.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	30	120.00	3600.00
Poda de formación	Jornal	10	120.00	1200.00
Tutorado	Jornal	0	120.00	0.00
Polinización manual	Jornal	0	120.00	0.00
Despunte de inflorescencias y aclareo del fruto	Jornal	0	120.00	0.00
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00
Fertirrigación	Jornal	20	120.00	2400.00
Corte en cosecha	Jornal	12	120.00	1440.00
Total				\$8800.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Mano de obra directa para la producción de crisantemos.

Actividad a realizar	Unidad de medida	Cantidad requerida	Precio Unitario(\$)	Total (\$)
Siembra de la semilla en charola	Jornal	1	120.00	120.00
Cuidado en etapa de germinación	Jornal	30	120.00	3600.00
Poda de formación	Jornal	10	120.00	1200.00
Tutorado	Jornal	1	120.00	120.00

Polinización manual	Jornal	0	120.00	0.00
Despunte de inflorescencias y aclareo del fruto	Jornal	0	120.00	0.00
Prevención y sanidad	Jornal	1	120.00	120.00
Fertirrigación	Jornal	20	120.00	2400.00
Corte en cosecha	Jornal	1	120.00	120.00
Total				\$7680.00

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero se realiza con el objeto de ser utilizado para apoyar el proceso de planificación de la empresa, y se fundamenta en las diferentes necesidades que se crean ante la situación actual, todo esto con la finalidad de tener un amplio margen de visión hacia lo que se pretende buscar con dicho proyecto. Es importante considerar que este estudio tiene un aspecto detallado de todas las partidas para poner en marcha el proyecto.

4.3.1 INVERSIÓN

En la tabla 15 se desglosa la inversión total que tiene el proyecto.

Tabla 15. Inversión total del proyecto y costos de operación del primer año.

Concepto	Inversión (\$)
Equipo y maquinaria requerido	26400.00
Insumos y materiales para la producción	2940.00
Subtotal	\$29340.00
Mano de obra directa para la producción de tomate	25440.00
Mano de obra directa para la producción de pepino	40320.00
Mano de obra directa para la producción de melón	12240.00
Mano de obra directa para la producción de sandía	12240.00

Mano de obra directa para la producción de tabaco	17760.00
Mano de obra directa para la producción de crisantemos	23040.00
Total para la producción de tomate	\$54780.00
Total para la producción de pepino	\$69660.00
Total para la producción de melón	\$41580.00
Total para la producción de sandía	\$41580.00
Total para la producción de tabaco	\$47100.00
Total para la producción de crisantemos	\$52380.00

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN MONTECARLO

El proceso de modelación consta de cuatro etapas: análisis de la información, diseño del modelo, simulación del modelo e interpretación de los resultados (Ver Figura 6).



Figura 6. Algoritmo para el modelo de simulación para el análisis de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Se inicia con la definición de datos para la implementación del modelo. Es importante mencionar que la implementación en el software @RISK se realizó en plantillas dinámicas, por tal razón los cálculos podrán ser modificados por el modelador y de esta manera se actualizarán en el momento de cambiar los datos para cada una de las instancias propuestas.

Como se ha mencionado a lo largo del documento, se realizó el estudio analizando 6 cultivos diferentes para lo cual el primer criterio a considerar es la cantidad de ciclos de producción por año.

El siguiente aspecto que se debe considerar es el precio por tonelada, el cual se determinó en base a la Tabla 5, donde se muestra el promedio de precios en diferentes centrales de abasto, según ASERCA.

A continuación, se realiza el análisis de los costos directos, que incluyen los gastos por mano de obra y los insumos propios de la producción como lo son los insecticidas y fungicidas.

Por último se consideran los gastos indirectos, que incluyen los costos de administración e imprevistos. Este costo puede o no considerarse, dependiendo del modelador y de las condiciones de operación del invernadero.

Una vez realizado el análisis de los datos necesarios para el modelo, se procedió a elaborar la plantilla para introducir los datos, la cual se muestra en la Figura 7. El recuadro en rojo muestran las celdas ajustables.

Ciclos de producción	Ciclos
Cultivo	2
Tomate	4
Pepino	2
Melón	2
Sandía	2
Tabaco	2
Crisantemos	3

Precios por tonelada	Precio
Cultivo	\$ 16,000.00
Tomate	\$ 8,000.00
Pepino	\$ 10,000.00
Melón	\$ 3,500.00
Sandía	\$ 35,000.00
Crisantemos	\$ 50,000.00

Egresos	Costo directo	Mano de obra
Costo directo	\$ 28,380.00	\$ 43,260.00
Mano de obra	\$ 25,440.00	\$ 40,120.00

Costo directo	Siembra de semilla	Cuidado en etapa de germinación	Poda de formación
Siembra de semilla	\$ 120.00	\$ 240.00	\$ 480.00
Cuidado en etapa de germinación	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 240.00
Poda de formación	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 240.00

Figura 7. Plantilla del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 se despliega el pronóstico de la producción. Para ello, es necesario conocer los historiales de producción de cada uno de los cultivos que forman parte del análisis, los cuales se obtienen de la base de datos SIACON (1980-2011). Para introducir estos datos al modelo, se utiliza la función RISKNORM ya que se considera una distribución normal en base a los datos históricos.

Para el caso del tomate, los datos deberán ser introducidos de la siguiente manera:

$$=REDONDEAR(D7*RiskNormal(1.36,0.11),0)$$

Al aplicarse esta fórmula en la ejecución del modelo matemático, se obtiene el pronóstico de la producción mostrados en la Tabla 16.

Tabla 16. Pronóstico de la producción en toneladas por año.

Cultivo	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tomate	3	4	5	7	11	15	20	28	38	51
Pepino	6	19	50	144	276	763	1949	4899	12175	27886
Melón	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2
Sandía	3	4	5	7	9	13	19	26	36	51
Tabaco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Crisantemos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOTA: El año 1 corresponde al año 2013 y así sucesivamente.

Una vez diseñada la plantilla, se procedió a la simulación del modelo, para lo cual se deben definir las salidas, para esta investigación se definió la TIR para tal efecto, ya que lo que se pretende es saber en cuánto tiempo se recuperará la inversión en base a los diferentes escenarios. Ya definidas las salidas, se procede a configurar la simulación, considerando un número de iteraciones automático (Figura 8) y ver el despliegue de los resultados automáticos en Demo Mode (Figura 9).

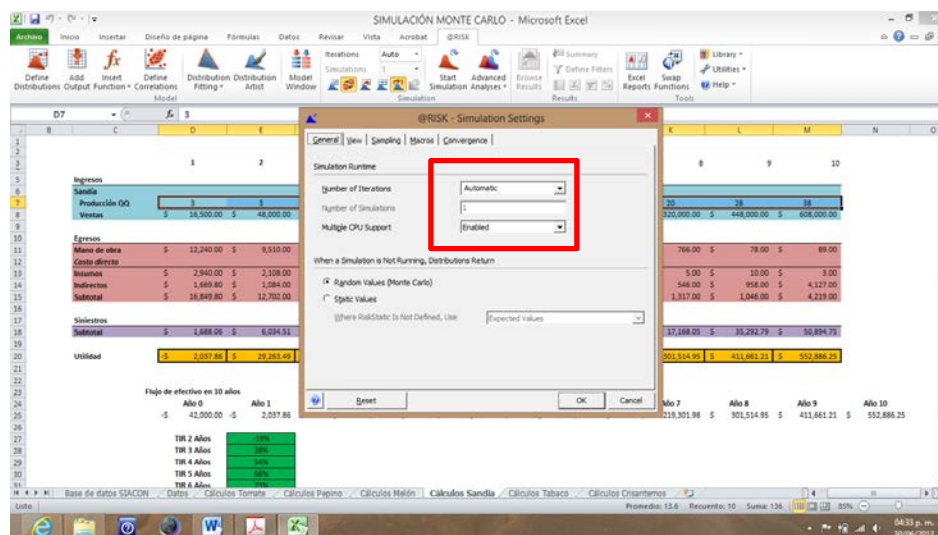


Figura 8. Configuración de la simulación.

Fuente: Elaboración propia.

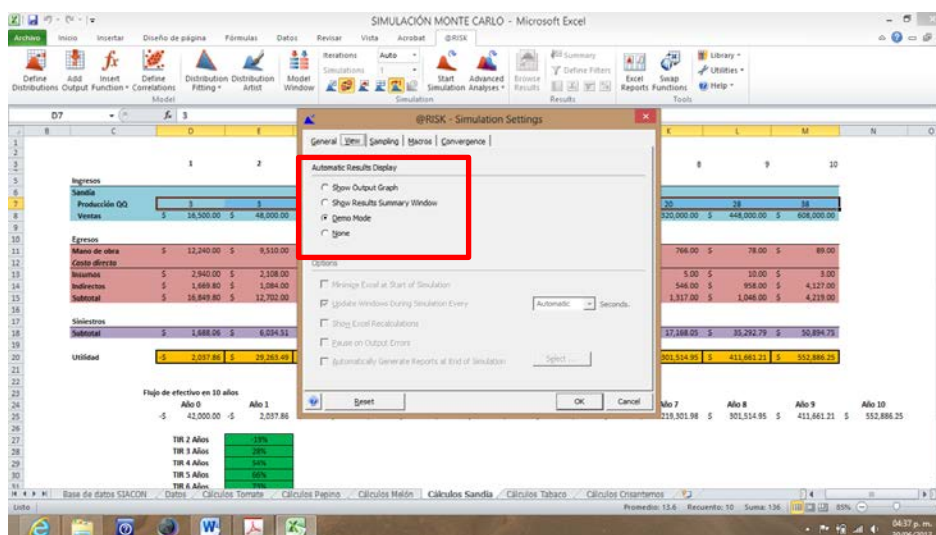


Figura 9. Configuración de la simulación.

Fuente: Elaboración propia.

En base al objetivo planteado al en el capítulo 1 y después de haber realizado la simulación, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 17. Resumen de información de la simulación

Workbook Name	SIMULACIÓN MONTE CARLO
Number of Simulations	1
Number of Iterations	50000
Number of Inputs	285
Number of Outputs	54
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	5/30/13 11:44:12
Simulation Duration	00:01:50
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	587930955

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Resultados de la simulación.

Cultivo	TIR		Utilidad (\$)
	Año	(%)	
Tomate	3	31	63,020.24
	4	56	103,369.95
	5	70	170,819.64
Pepino	2	19	102,200.61
	3	86	267,267.14
	4	133	895,870.73
	5	156	2,034,543.56
Melón	3	10	16,063.32
	4	15	6,253.53
	5	19	7,621.42
Sandía	3	41	73,874.69
	4	64	100,004.75
	5	76	129,200.56
Tabaco	4	14	28,289.10
	5	25	32,957.73
Crisantemos	3	15	32,355.14
	4	27	25,719.64
	5	34	28,930.90

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Para la realización de este proyecto se efectuó un análisis puntual de la producción bajo invernadero, para ello fue necesario recabar información con respecto a ciclos de producción, manejo y cuidados de los diferentes cultivos y el grado de siniestralidad de los cultivos.

Se procedió a diseñar un modelo que representará el comportamiento real de la producción, para de esta manera programarlo utilizando el software de análisis de riesgo @RISK.

Posteriormente, se compararon los resultados arrojados por el software con el propósito de elegir la instancia que representara la recuperación de la inversión en menor tiempo y con el mayor margen de ganancia.

De esta manera, se cumplieron los objetivos señalados en el capítulo 1, y después de analizar los resultados se concluye que se acepta la hipótesis de investigación la cual sugiere que es posible implementar el riego por goteo en el invernadero del ITSTa y que el cultivo con el que se obtiene mejores resultados es el pepino ya que se recupera la inversión en 2 años con un margen de ganancia de \$102,200.61 (Ver Tabla 18).

5.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se sugiere realizar la implementación del riego por goteo en el invernadero del ITSTa, ya que cualquiera de los cultivos analizados son rentables, para todos los casos se recupera la inversión en el año 2 o 3, variando solamente el margen de ganancia.

Para trabajos futuros, se podrían realizar estudios de rendimientos con otros cultivos, atraer nuevos inversionistas o buscar financiamiento del gobierno federal para impulsar un nuevo mercado de productores hortícolas bajo el sistema de invernadero y poder comercializar el producto a diferentes estados de la república mexicana.

En trabajos futuros se pueden hacer nuevos estudios aplicando otras técnicas de ingeniería industrial para implementarlos en diferentes software y comparar los resultados obtenidos con el @RISK.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baca-Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. Sexta edición. Ed. Mc. Graw Hill. México, D.F. 318 p.
- Benassini, M. (2009) *Introducción a la investigación de mercados: Enfoque para América Latina*. Segunda edición. Ed. Prentice Hall. México, D.F.
- Canada, J. R. (1980). *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*. Ed. Diana. México, D. F. 483 p.
- Carrillo F., G. (1999). Sistema automático de fertirriego para cultivos ornamentales bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 75 p.
- Castro P., M. (2008). Desarrollo de un sistema de riego automatizado en tiempo real con base en balance hídrico climático, medición de humedad del suelo y lisímetro. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 194 p.
- Cook, R. (2003). Giacomelli, G. (2005). *Protected horticulture for tomato production in México productivity base don technology*.
- Cornejo-Miranda, R. (2012). E valuación de un pro yecto de inversión de una microempresa productora de crisantemo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 126 p.
- Cortázar-Martínez, A. (1993). *Introducción al análisis de proyectos de inversión*. Primera edición. Ed. Trillas. México, D.F. 96 p.
- Coss-Bu, R. (2006). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Segunda edición. Ed. Limusa. México, D.F. 376 p.
- De la Rosa, P. P., Jiménez S., L., Ramírez V., B., Ramírez J., J. y Escalante R., R. (2003). *Evaluación productiva y económica del sistema hidropónico en invernaderos rústicos en Nativitas, Tlaxcala*. Agricultura Técnica en México 29: 145 – 154.
- Dervitsiotis, K. N. (1981) *Operations Management*. Ed. Mc. Graw Hill. New York, USA. 771 p.
- Fernández-Arias, E. (2012). Es México potencia en producción y exportación de hortalizas; reto: Diversificar oferta y mercados. Memoria del V Congreso Empresarial de la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida. Guadalajara, Jal.
- Financiera Rural. (2008). *La producción de hortalizas en México*. México, D. F. 47 p.

- García-Mendoza, A. (2008). *Evaluación de proyectos de inversión*. Ed. Mc. Graw Hill. México, 2008.
- Hertz, D. B. Risk Analysis in Capital Investment. *Harvard Business Review*. Vol. 42 No. 1: 95 - 106.
- Hunter. The Irrigation Innovators. Hunter Industries Incorporated. Disponible en: <http://www.hunterindustries.com>
- ILPES (1979). *Guía para la presentación de proyectos*, México, D.F.
- Inflación. BANCO DE MÉXICO. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/index.html>
- Kofranek, A. M. (1980). Cut chrysanthemums. In LARSON, R. A. Introduction to floriculture. New York: Academic. Cap. 1. pp 3-45.
- Leontief, W. (1953). *The Structure of American Economy, 1919-1939: An empirical application of equilibrium analysis*. Oxford University Press, Nueva York, Segunda edición.
- Ladrón de Guevara, S. E. (2009). Proyecto de inversión. Establecimiento de un invernadero de jitomate en la región de Naolinco. Tesina de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa-Enríquez, Ver. 143 p.
- Lira, R. (1976). *Modelos econométricos de demanda*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía.
- Melnick, J. (1978) *Manual de proyectos de desarrollo económico*, ONU, México, D.F.
- Molina, R. y Steta G., M. *Situación de la producción y organización en invernadero y casa sombra en México*. Primer Simposio Internacional sobre Tecnología de Producción en hortalizas en Invernadero y Casa Sombra. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 1 – 11.
- Morais, R. y Boaventura, J. (2000). *Agritronics: A Distributed Data Acquisition and Control Network for Agriculture Environments*. Acta Horticultura 534:319 – 325.
- Moreno, E. (2007). *Agricultura protegida para la producción de hortalizas*. En Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Guadalajara, México.
- Producción agrícola. Ciclo: Cíclicos y Perennes 2011. Modalidad: Riego + Temporal. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
- Oropeza-Martínez, H. (2003). *Costos. Curso Básico*. Primera edición. Ed. Trillas. Madrid, España. 224 p.

Osorio-Hernández, O. L. (2012). E valuación mediante opciones reales en la producción de jitomate en invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 79 p.

Producto interno bruto trimestral según actividad. INEGI. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=492&c=23920>

Reporte semanal de precios de flores nacionales en la central de abastos del D. F. Disponible en: http://www.infoaserca.gob.mx/flores/flr_nac.asp

Reporte de precios diarios de hortalizas en diversas centrales de abasto. Disponible en: http://www.infoaserca.gob.mx/hortalizasnacional/hna_cal.asp

Rico, Enrique. *Posgrado en Ingeniería de Invernaderos*. Información General. Disponible en: <http://www.uaq.mx/ingenieria/especialidad/index.html>

Rodríguez, F. y Berenguel, M. (2004). *Control y robótica en agricultura*. Universidad de Almería, 433 p.

Salinger, J. (1991) Producción comercial de flores. Zaragoza, Acribia, p 371.

Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. (2002). *Economía*. Decimoséptima Edición. Ed. Mc. Graw Hill. Madrid, España. 701 p.

Sapag-Chain, Nassir. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Quinta edición. Ed. Mc. Graw Hill. México, D.F.

Tasa de desocupación, países seleccionados. INEGI. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=575&c=25456>

ANEXOS

MARCO ECONÓMICO

El estudio del comportamiento de la economía del país, es de suma importancia para un proyecto de inversión, ya que los indicadores macroeconómicos, tales como: el producto interno bruto, la inflación, la tasa de desempleo y los salarios mínimos, inciden en el éxito o fracaso del proyecto, es por ello la necesidad de presentar al inversionista, el análisis de la situación económica actual.

El primer índice a analizar es el producto interno bruto (PIB), que se define como el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado, asimismo es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas en México. En la Tabla 19, se muestra el comportamiento del PIB, durante los últimos 3 años.

Tabla 19. Producto interno bruto México (2010-2012).

AÑO	PIB
	ANUAL %
2010	5.3
2011	3.87
2012	4.12*

*Tercer Trimestre 2012.

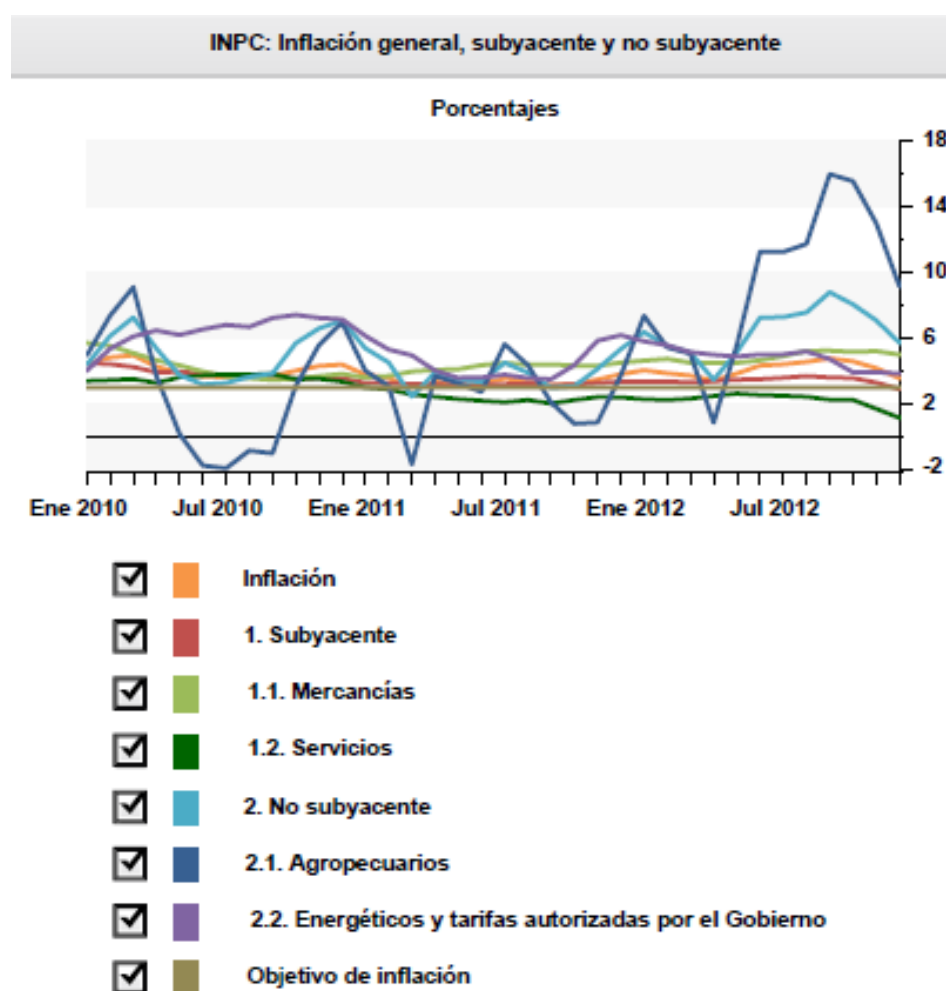
Fuente: INEGI. Sistema de cuentas nacionales de México.

El siguiente indicador a estudiar es la inflación, misma que se define como un proceso continuado de aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios, cuya magnitud se mide por medio de una tasa porcentual de un periodo con respecto a otro. Para medir el incremento de la inflación, se utilizan índices que reflejan el crecimiento porcentual de una canasta de bienes ponderada, uno de ellos es el índice nacional de precios al consumidor, el cual, mide el porcentaje de incremento en los precios de una canasta básica de productos y servicios que adquiere un consumidor. En la Tabla 20, se observa la variación del comportamiento de la inflación en los últimos 3 años.

Tabla 20. Inflación en México (2010-2012).

AÑO	INFLACIÓN ACUMULADA
	ANUAL %
2010	4.40
2011	3.82
2012	3.57

Fuente: Banco de México.

**Figura 10.** Índice INPC: Inflación general, subyacente y no subyacente (Enero 2010 – Diciembre 2012).

Fuente: Banco de México.

Por otro lado, uno de los indicadores relacionado con frecuencia con el desempeño de los mercados laborales de un país es la tasa de desempleo. En la Tabla 21, se muestra el comportamiento del indicador durante los últimos 3 años.

Tabla 21. Tasa de desempleo en México (2010-2012).

AÑO	TASA DE DESEMPLEO %
2010	5.35
2011	5.22
2012	4.94

Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Banco de datos.
Para México: INEGI. Encuesta nacional de ocupación y empleo.

Otro factor y no menos importante en la economía mexicana es el salario, que representa la suma de dinero que percibe un trabajador por una labor realizada. El salario real indica la cantidad de artículos de consumo y servicios que puede adquirir un trabajador con su salario nómina. En la Tabla 2, se indican los salarios nominales de los últimos 3 años.

Tabla 22. Salarios mínimos en México (2010-2012).

AÑO	SALARIO MINIMO PROMEDIO
2010	55.92
2011	58.21
2012	60.66

Fuente: Comisión Nacional de Salarios Mínimos 2012.

UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL SECTOR AGROPECUARIO

El sector económico primario (agropecuario) es tá formado por las actividades económicas relacionadas con la transformación de los recursos naturales en productos primarios no elaborados. Usualmente, los productos primarios son utilizados como materia prima en las producciones industriales.

Las principales actividades del sector primario son la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza y la pesca.

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2010) m uestra que en el subsector agrícola la superficie sembrada pasó de 21 millones 800 mil hectáreas en el año 2000 a 21 millones 900 mil hectáreas en el 2008, lo que arroja un incremento de poco más de 100 mil hectáreas entre estos años, que representa un aumento de 0.5 por ciento. De 2000 a 2008, la modalidad de temporal disminuyó en 4 por ciento, en tanto que la de riego se incrementó en 16.8 por ciento. La superficie cosechada representó en promedio el 93.7 por ciento del área total sembrada.

El valor de la producción del sector agrícola presenta un desempeño favorable; su valor a precios corrientes creció en promedio en 8.4 por ciento entre el año 2000 y 2008, en donde los productos cíclicos aportaron el 57.3 por ciento y los perennes el 42.7 por ciento restante.

En cuanto al comercio exterior e índice de seguridad alimentaria se muestran los siguientes resultados:

El promedio de las exportaciones totales para el periodo 2000-2009 fue de 209 mil millones de dólares y el de las importaciones ascendió a 218 mil millones, lo que arroja un déficit promedio de 10 mil millones de dólares. Asimismo, en ese mismo lapso el saldo de la balanza comercial total pasó de -8 mil 337 millones de dólares en 2000 a -4 mil 678 millones en 2009.

Entre los principales productos agropecuarios exportados se encuentran el tomate, pimienta, ganado bovino en pie, pepinos, aguacate, sandía, papaya, miel, camarón y melón. Por otra parte, los productos que nuestro país adquiere en mayor medida del exterior son la soya, carne de bovino, maíz, trigo, algodón sin cardar y sorgo grano.