



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y  
TECNOLÓGICAS DE LA AGROINDUSTRIA Y LA AGRICULTURA  
MUNDIAL

## DISEÑO Y EVALUACIÓN TECNICO-FINANCIERA DE MÓDULOS PRODUCTIVOS DE PITAHAYA ADAPTABLES EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.

TESIS

Que como requisito parcial  
para obtener el grado de:

**MAESTRO EN ESTRATEGIA AGROEMPRESARIAL**

PRESENTA:

**ANAHÍ LÓPEZ CHÁVEZ**

Bajo la supervisión de:

**Horacio Eliseo Alvarado Raya Dr.**

**María Eugenia Estrada Chavira Dra.**

**J. Reyes Altamirano Cárdenas Dr.**



**APROBADA**



Chapingo, Estado de México, marzo de 2024



**DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO-FINANCIERA DE MÓDULOS PRODUCTIVOS DE PITAHAYA ADAPTABLES EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.**

Tesis realizada por **ANAHÍ LÓPEZ CHÁVEZ**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN ESTRATEGIA AGROEMPRESARIAL**

**COMITÉ ASESOR**

**DIRECTOR:**



---

**DR. HORACIO ELISEO ALVARADO RAYA**

**CODIRECTOR:**



---

**DRA. MARIA EUGENIA ESTRADA CHAVIRA**

**ASESOR:**



---

**DR. J. REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS**

## DEDICATORIAS

A DÍOS

A ustedes, mis amados padres y hermano

A tí, mi amado esposo

A quienes me han apoyado, amigos y compañeros

A todos... GRACIAS

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis asesores, Dr. Horacio y Dra. María Eugenia por su orientación, paciencia y dedicación en guiarme a lo largo de este proceso. Al Dr. Reyes quien desde el principio de esta parte de mi vida estuvo para escucharme y apoyarme.

A mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante; A mi esposo, cuyo apoyo me ha dado la fuerza necesaria para superar los obstáculos y perseverar en mi camino.

A mis compañeros de generación y colegas, quienes compartieron conocimientos, experiencias y desafíos que aportaron significativamente a esta parte de mi formación, los aprecio mucho.

A la comunidad del CIESTAAM, cuyo trabajo y compromiso con la formación ha sido fuente de inspiración y motivación para contribuir al desarrollo de mis actividades; Dr. Manrubbio, Dr. Jorge, Dr. Santoyo, GRACIAS.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, agradezco el apoyo financiero para realizar mis estudios de maestría.

Por ultimo y no menos importante al Ing. Juan Jerónimo, su amistad, respaldo y apoyo ha sido fundamental para la realización de este proyecto.

A todos Gracias.

## DATOS BIOGRÁFICOS



### Datos personales

Nombre: Anahí López Chávez  
Fecha de nacimiento: 09 de abril de 1995  
Lugar de nacimiento: Morelia, México  
CURP: LXCA950409MMNPHN01  
Profesión: Agrónomo en Horticultura Protegida  
Cédula profesional: 12582320

### Desarrollo académico

Maestría en Estrategia Agroempresarial (2022-2023)  
Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de  
la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)  
Universidad Autónoma Chapingo

Agronomía en Horticultura Protegida (2014-2018)  
Universidad Autónoma Chapingo

Técnico en Rehabilitación y Mejoramiento Ambiental (2010-2013)  
C.B.T.A. No.7

## RESUMEN

### DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO-FINANCIERA DE MÓDULOS PRODUCTIVOS DE PITAHAYA ADAPTABLES EN EL ESTADO DE GUANAJUATO<sup>1</sup>

La pitahaya es originaria de México. El fruto es un producto con alto valor comercial y ha tomado relevancia a nivel mundial por su importancia económica, ecológica, y farmacéutica. Guanajuato es uno de los estados del país con alto potencial productivo para su cultivo y ha registrado un incremento en la superficie cultivada. El objetivo principal de este trabajo es identificar innovaciones para los sistemas de producción de pitahaya que sean adaptables al estado de Guanajuato, para incrementar la productividad del cultivo. Con este fin, se analizó la productividad de su cultivo, tomando como referencia al estado de Puebla, por ser uno de los principales estados productores. Se aplicaron 26 encuestas a productores del estado, con las cuales se obtuvieron parámetros de Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) y Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI). Se detectaron innovaciones productivas potenciales y áreas de oportunidad para el desarrollo de los sistemas de producción en el estado de Guanajuato. Las innovaciones detectadas en Puebla, en conjunto con los requerimientos del cultivo y el análisis de la zona de cultivo propuesta para Guanajuato, fueron la base para el diseño de tres módulos productivos para dos zonas climatológicas de ese estado. Los módulos se evaluaron técnica y financieramente, mostrando que la adaptabilidad del cultivo en sinergia con la aplicación de tecnologías de agricultura protegida da como resultado una alta rentabilidad con indicadores financieros (Tasa Interna de Retorno -TIR) que van de 59 % a 140 % para la empresa y de 33% a 59% para el proyecto. Adicionalmente se obtuvieron relaciones beneficio costo superiores a 6.0 para la empresa y superiores a 3.0 para el proyecto, puntualizando así la viabilidad de inversión para cada uno de los módulos, teniendo en cuenta las consideraciones técnicas necesarias para el desarrollo óptimo del cultivo y su mercado.

**Palabras clave:** asistencia técnica, desarrollo tecnológico, desarrollo regional.

<sup>1</sup>Tesis de Maestría en Estrategia Agroempresarial, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Anahí López Chávez

Director y Co-director de Tesis: Dr. Horacio Eliseo Alvarado Raya y Dra. María Eugenia Estrada Chavira.

## ABSTRACT

### DESIGN AND TECHNICAL-FINANCIAL EVALUATION OF ADAPTABLE PITAHAYA PRODUCTION MODULES IN THE STATE OF GUANAJUATO<sup>1</sup>

The pitahaya is native to Mexico. The fruit is considered a product of high commercial value and has gained significance worldwide due its economic, ecological, and pharmaceutical importance. Guanajuato is one of the states in the country with high productive potential for its cultivation and has had an increase in cultivated area. The main objective of this study is to identify innovations for the pitahaya production systems which are adaptable to the state of Guanajuato, aiming to enhance its crop productivity. To achieve this, its productivity as a crop was analyzed, using the state of Puebla as a reference, because it is one of the main producing states. Twenty-six surveys were carried out with state producers, from which parameters of the Innovation Adoption Index (InAI for its acronym in Spanish) and Innovation Adoption Rate (TAI for its acronym in Spanish) were obtained. Potential productive innovations and areas for developing production systems in the state of Guanajuato were identified. The innovations identified in Puebla, alongside the cultivation requirements and the analysis of the proposed cultivation zone for Guanajuato, served as the basis for designing three productive modules for two climatic zones in the state. The modules were evaluated technically and financially, demonstrating that the crop's adaptability, in synergy with the application of protected agriculture technologies, results in high profitability with financial indicators (Internal Rate of Return - IRR) ranged from 59% to 140% for the company and from 33% to 59% for the project. Additionally, benefit-cost ratios exceeding 6.0 for the company and over 3.0 for the project were obtained, emphasizing the investment viability for each module, taking into account the necessary technical considerations for the optimal development of the crop and its marketing.

**Keywords:** technical assistance, technological development, regional development.

---

<sup>1</sup> Master thesis in Agribusiness Strategy, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Anahí López Chávez

Adviser: Horacio E. Alvarado Raya

Co - adviser: María Eugenia Estrada Chavira

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Preguntas de investigación.....	4
2. MARCO TEORICO Y DE REFERENCIA.....	5
2.1 Red de valor .....	5
2.2 Diseño y evaluación de proyecto.....	6
2.3 Origen de la pitahaya.....	8
2.4 Características de la pitahaya .....	10
2.5. Manejo del cultivo .....	13
2.5.1 Riego .....	13
2.5.2 Fertilización.....	13
2.5.3 Malla sombra y casa sombra .....	15
2.5.4 Invernaderos.....	16
2.5.5 Uso de estructuras en pitahaya .....	18
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Diseño de modelos productivos.....	21
3.2 Evaluación financiera de los módulos evaluados .....	22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
4.1 Indicadores productivos en México.....	23
4.2 Indicadores de adopción de innovaciones del productor convencional ...	26
4.3 Comparativo de áreas de oportunidad de un nuevo modelo de negocios para el estado de Guanajuato en comparación con el actual en el estado de Puebla .....	30
4.4 Adopción de modelos de producción como parcelas escuela en una empresa proveedora de servicios de innovación.....	32
4.4.1 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo .....	32
4.4.2 Características de la planta .....	33
4.5 Evaluación financiera de cada módulo de producción.....	40
4.5.1 Módulo 1 .....	40
4.5.2 Módulo 2.....	44
4.5.3 Módulo 3.....	47
4.6 Comparación de indicadores de rentabilidad de los módulos.....	51
5. CONCLUSIONES.....	53
6. LITERATURA CITADA.....	54

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestra de ejemplares de variedades existentes en el mercado. ....	8
Figura 2 Ejemplar de pitahaya en el estado de Puebla.....	112
Figura 3 Estados productores y su tendencia de producción acumulada a través de los años.....	24
Figura 4 Tendencia de la producción en México. ....	25
Figura 5 Valor de la producción nacional a través de los años. ....	26
Figura 6 Grafico de Índices de Innovación para cada uno de los productores entrevistados en el estado de Puebla. ....	28
Figura 7 Grafico de tasas de Innovación de 28 productores del estado de Puebla.....	29
Figura 8 Etapas productivas del cultivo de pitahaya. ....	38

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Catalogo de actividades evaluadas en los sistemas productivos de 28 productores de estado de Puebla .....	27
Cuadro 2 Condiciones edafoclimáticas para el óptimo desarrollo del cultivo de pitahaya. ....	33
Cuadro 3 Módulos por evaluar para la producción de pitahaya en el estado de Guanajuato. ....	40
Cuadro 4 Presupuesto de inversión del módulo 1. ....	42
Cuadro 5 Proyección de ingresos y egresos del módulo 1. ....	43
Cuadro 6 Evaluación de riesgo a razón de precio para el módulo 1.....	44
Cuadro 7 Presupuesto de inversión del módulo 2. ....	45
Cuadro 8 Proyección de ingresos y egresos del módulo 2.....	46
Cuadro 9 Evaluación de riesgos con relación al precio del módulo 2. ....	47
Cuadro 10 Presupuesto de inversión del modulo 3. ....	49
Cuadro 11 Proyección de Ingresos y egresos del módulo 3. ....	50
Cuadro 12 Evaluación de riesgos con relación al precio del módulo 3. ....	51
Cuadro 13 Indicadores de rentabilidad de los tres módulos productivos. ....	52

## ABREVIATURAS

ASERCA	Agencia de servicios a la comercialización y desarrollo de mercados agropecuarios
CIESTAAM	Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria y la agricultura mundial
FIRA	Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura
InAI	Índice de adopción de innovaciones
ISHS	Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas
SAGARPA	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera
TAI	Tasa de adopción de innovaciones
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

## 1. INTRODUCCIÓN

La planta de pitahaya (*Hylocereus spp.*) es una cactácea del tipo trepadora que ha sido aprovechada históricamente por múltiples culturas americanas en forma de recolección (Verona-Ruiz et al., 2020); sin embargo, su cultivo se registra a partir de la década de los 90 incrementando su potencial productivo a partir del año 2000. Castillo et al. (1996), mencionan que en nuestro país esta planta pertenece a los ecosistemas selva baja caducifolia y bosque tropical caducifolio. Es considerada una cactácea de amplia presencia y con un banco genético basto (Ortiz-Hernández, 2000). Su cultivo es un recurso valioso para obtener productos en estas regiones, ya que puede brindar elementos para la alimentación humana y para los animales, además, cuidando el manejo, contribuye a preservar la biodiversidad en el sistema en el que se ubica la planta (Ortiz-Hernández, 2000). Ortiz et al. (1999) comentan que este cultivo es considerado de alto valor; y que por sus características se puede establecer de manera breve, siendo una fuente de empleo y de ingresos (Meraz-Alvarado et al., 2003).

Existe un importante número de variaciones en la genética de pitahayas aprovechadas o cultivadas, pero destacan tres: la pitahaya roja de pulpa blanca, la pitahaya roja de pulpa roja y la pitahaya blanca (Jácome-Pilco et al., 2023). La pitahaya roja de pulpa blanca es la más abundante en el mercado, pero actualmente tienen mayor valor comerciales aquellas con características de pulpa roja, no obstante, toda la fruta tiene presencia en los mercados regionales y también se coloca en el mercado internacional. La pitahaya roja de pulpa roja, así como la pitahaya solferina que están ganando terreno en México, se producen principalmente en el estado de Puebla, en cantidades reducidas, en parte por lo complicado de su producción, determinado por problemas para su polinización natural.

La comercialización de este fruto se realiza en mercados regionales de países productores y en el mercado internacional. Países sudamericanos orientan sus proyectos de producción hacia el mercado internacional; mientras que México y Guatemala comercializan en principio para comercio regional de manera inicial (Rodríguez-Canto, 2002) introduciéndose a los mercados internacionales en los últimos años (USDA, 2023).

En México, con datos recientes provenientes de SIACON (2023), se observa que los principales productores de pitahaya son Tabasco, Quintana Roo y Puebla. Este último muestra un comportamiento atípico en un periodo que abarca los años 2000 al 2015, cuando el incremento de superficie cultivada fue sobresaliente; sin embargo, la productividad registrada para este mismo periodo no tuvo el mismo incremento.

El interés de los últimos años en el cultivo de pitahaya ha tenido gran crecimiento, por esto la necesidad de programas de mejoramiento para la extensión de las áreas cultivadas. Este interés se refleja en el registro de nuevos productores durante la última década. (Lobo *et al.*, 2016). En el estado de Puebla, las plantaciones que se encuentran establecidas son principalmente de traspatio y en tutores vivos, situación que complica todo el manejo de plagas y enfermedades, el cual es percibido como uno de los principales problemas productivos.

El estado de Guanajuato presenta condiciones edafoclimáticas deseables para el desarrollo óptimo del cultivo. Cuenta con tres climas predominantes que van desde cálido, con un 43% de la superficie del estado, hasta el templado subhúmedo con un 23%. Cuenta con una precipitación promedio de 650 mm anual y presenta una temperatura promedio anual de 18 °C con máximas de 30 °C y mínimas de 5.2 °C. Estas características resultan favorables para el

establecimiento de plantaciones comerciales que cuenten con características tecnológicas que permitan atender las principales problemáticas del sistema productivo actual tomando en cuenta las nuevas tendencias y necesidades haciendo factible el uso de mallas sombras, sistemas de riego, entre otros.

Para el año 2020, de acuerdo con datos emitidos por el SIACON, el estado de Guanajuato comenzaba su introducción al cultivo con seis has de superficie cultivada, no obstante, la zona cuenta con planta silvestre que es conocida comúnmente como nopal tasajo. Actualmente el cultivo está tomando popularidad entre productores de esta zona, principalmente en los municipios de Yuriria, y Salamanca y Celaya, mismos en los que se ubican productores de hasta cuatro has de producción.

Como uno de los factores a considerar en la zona, la radiación solar es un punto que considerar para el desarrollo óptimo del cultivo, por ello el uso de mallas sombras resulta ser una alternativa eficiente para la mitigación del daño ocasionado por el sol. El uso de esta tecnología se considera ya como una tendencia para el cultivo de pitahaya,, sin embargo, esta depende del clima y las variedades (Chien & Chang, 2019); Por ejemplo, Israel, recibe  $50 \text{ mol/m}^2$  por día de luz integral en el verano por lo cual, se utilizan pantallas con un sombreado de 30 a 60% para minimizar quemaduras solares, mantener calidad de fruto y rendimiento durante el periodo reproductivo (Mupambi *et al.*, 2018). Esta técnica permite minimizar algunas plagas como escarabajos y moscas; por lo tanto, tiene un considerable potencial para su uso en la producción de pitahaya (Chien & Chang, 2019). Por otro lado, la técnica de cultivo a base de sustratos comenzó en el año 1930; sin embargo, este interés ha crecido durante el último periodo (Pissinati *et al.*, 2018). Esta técnica tiene como propósito efficientizar la utilización de nutrientes, generar calidad en plántulas y obtener un índice mayor de trasplante (Fratoni *et al.*, 2019).

## **1.1 Objetivos**

### Objetivo General

Evaluar económicamente la viabilidad de tres propuestas de innovaciones tecnológicas para la producción de pitahaya en el estado de Guanajuato como zona con potencial productivo.

### Objetivos específicos

1. Detectar áreas de oportunidad para el desarrollo de sistemas productivos eficientes.
2. Diseñar modelos de innovación para la producción efectiva y rentable de pitahaya en diferentes condiciones climáticas.

## **1.2 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las prácticas actuales que se realizan en el cultivo de pitahaya?
2. ¿Cuáles son las prácticas de cultivo que se relacionan con el desarrollo productivo del cultivo?
3. ¿Cuáles son los sistemas de cultivo con innovación tecnológica que favorece al cultivo?
4. ¿Cuáles serían los modelos productivos más recomendables para implementar en el estado de Guanajuato?

## **2. MARCO TEORICO Y DE REFERENCIA**

En el presente capítulo, se concentra la descripción de los principales conceptos necesarios para la comprensión de la situación actual alrededor de la red de valor de la producción de pitahaya. Lo anterior nos permitirán reconocer áreas de oportunidad latentes en la actividad, atendiendo aquellos de mayor relevancia como el de modelos de negocios, red de valor y el diseño de un proyecto de inversión.

Se toman también aspectos técnicos referentes al sector productivo y comercial del cultivo, así como el desarrollo de información innovadora que aporta al desarrollo de los sistemas y que son fuente de información para todos los productores.

### **2.1 Red de valor**

La herramienta incluye a los actores involucrados en la estructura de una empresa, gráficamente se representa con forma de un diamante compuesto por cinco nodos cuyo núcleo es la empresa tractora, y en los ejes vertical y horizontal se encuentran los clientes, proveedores, complementadores y competidores. Muñoz y Santoyo (2011) mencionan que un actor se considera complementador si apoya la creación de valor a partir de los productos de sus clientes, teniendo en cuenta los bienes y servicios proporcionados; en cambio, se considera competidor cuando el producto de otra empresa es superior al propio.

En este contexto, la herramienta describe la función que tienen los complementadores y competidores, puesto que son reflejo uno del otro. Por su parte, la demanda incrementa de acuerdo con la disposición de los compradores para adquirir el valor agregado que se le da al producto; del lado de la oferta,

disminuyen el precio que los proveedores requieren por sus materias (Lara-Vázquez & Osterwalder, 2014).

Lo anterior muestra que todos los participantes involucrados en la red son cruciales para la empresa, lo que permite analizar la distribución y forma de su cadena de valor. Los negocios, deben tener la capacidad de diseñar y modificar según sea el caso la estructura de su red de valor con el fin de obtener mayor beneficio (Fine et al., 2002).

Las fortalezas y debilidades del proveedor, aliado, cliente y usuario permiten identificar a los proveedores y clientes críticos para llegar al punto que permita proponer alianzas estratégicas, convirtiéndose en un instrumento de gestión para identificar oportunidades y acciones que generen una ventaja dentro de la competencia, por lo que el aprovechar las oportunidades depende de la competencia de la empresa para crear una diferencia significativa con respecto a la competencia (Geissdoerfer et al., 2018).

El análisis de la red de valor permite conocer la estructura de operación que tiene una organización, mostrando una imagen de los actores y de los diversos papeles que estos tienen en la red y que así la empresa tractora pueda desarrollar sus acciones, es así como permite visualizar los actores que pueden moverse dentro de los nodos y generar así ventajas.

## **2.2 Diseño y evaluación del proyecto**

La generación del proyecto permite tomar las mejores decisiones con respecto a la dirección del recurso económico, gestión del capital, tecnologías a aplicar, las inversiones y aptitudes que deben tener las personas que dirigirán la empresa. Por lo tanto, es necesaria una preparación y ejecución cuidadosa de acuerdo con el plan para aumentar las posibilidades de éxito (FIRA, 2012).

Baca-Urbina (2013) mencionó que los proyectos son la búsqueda de soluciones inteligentes a problemas que buscan atender las necesidades humanas. Consiste en el establecimiento de objetivos, investigación del producto y mercado, desempeño técnico, financiero y económico, sin descuidar el análisis social para generar así una decisión final del proyecto. Las fases anteriores se describen de la siguiente forma:

- Definición de objetivos: proceso de establecer metas claras y específicas que una persona, equipo u organización busca alcanzar en un período determinado. Esto implica identificar qué se quiere lograr, por qué es importante, cuándo se espera alcanzar y cómo se medirá el éxito.

- Investigación de mercados: proceso sistemático de recopilación, análisis e interpretación de datos relevantes sobre un mercado específico, con el fin de comprender mejor a los consumidores, las tendencias, la competencia y otros factores que afectan las decisiones comerciales.

- Estudios técnicos: evalúa la factibilidad de implementar un proyecto o iniciativa desde una perspectiva técnica. Examina aspectos como la disponibilidad de recursos, la tecnología necesaria, los requisitos de infraestructura y la capacidad técnica del equipo.

- Estudio financiero: evaluación exhaustiva de la salud financiera de una empresa. Este tipo de estudio proporciona información detallada sobre la situación económica de la empresa, su rendimiento pasado y proyectado, así como su capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras y alcanzar sus objetivos comerciales, se apoya de indicadores como TIR (tasa interna de retorno), VAN (valor interno neto), B/C (relación beneficio costo) (FIRA, 2012).

- Decisión del proyecto: Una vez construidas las partes anteriores y teniendo en cuenta el cálculo de variables económicas, se toma la decisión de aceptar o rechazar el proyecto de inversión.

Cuando se planifican actividades; tanto los aspectos técnicos como financieros de la empresa, se pueden identificar y gestionar los riesgos de manera proactiva. Esto incluye la identificación de riesgos operativos, financieros y externos, así como el desarrollo de estrategias para mitigarlos y proteger los intereses de la empresa.

### 2.3 Origen de la pitahaya

Son cerca de 35 especies de la familia Cactaceae que cuentan con el potencial de ser cultivo para obtener frutos o ser fuente de forraje (Nerd & Mizrahi, 1998) una de estas especies es la del género *Hylocereus* spp. (Figura 1). La ISHS (2023) menciona que son consideradas por tener un alto potencial en la generación de fruta en condiciones como las de nuestro país.



Figura 1. Muestra de ejemplares de variedades existentes en el mercado.  
Fuente: Calix de Dios, 2014.

La pitahaya tiene su origen en América, en nuestro país se encuentra de forma silvestre y en cultivos comerciales. Su uso y consumo se remonta desde antes de conquista; en el siglo XX y XXI se comenzaron a utilizar como una parte más de las zonas de siembra en los traspatios diversificados en varias regiones del país que cuentan con clima subtropical, desde la última década del siglo XIX comenzaron su manejo como un cultivo establecido utilizando la variedad *Hylocereus undatus*; la cual muestra un fruto rosa en su exterior y de pulpa blanca (ASERCA, 2000). *H. polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. monacanthus*, *H. purpusii* e *H. ocamponis* son especies que producen frutos de pulpa roja y cáscaras de diversos colores como rosa y rojo (Ramírez, 2007).

En el mundo, la pitahaya del género *Hylocereus* se produce desde las costas de Florida hasta zonas de Brasil; pasando por regiones de México y Centroamérica. Sin embargo, los países que muestran mayor producción y superficie de cultivo son: Israel, Nicaragua, Vietnam y Malasia, quienes han desarrollado e implementado técnicas y métodos de cultivo considerados como innovadores (Ortiz-Hernández, 2000; Nerd et al., 2002). En acción de la variabilidad genética en esta especie existen una amplia variedad de pitahayas, le brinda un alto potencial al cultivo de esta planta, por lo que se puede ofertar frutas con características diferentes o también poder tener variedades con características solicitadas por el consumidor o que se piden para procesos de industrialización (Santacruz-Vázquez et al., 2009). La demanda de pitahaya es sustancial y creciente en los mercados regionales donde se produce, y la aceptación también va en aumento en el mercado internacional, donde es reconocida como una fruta tropical exquisita y exótica. (ASERCA, 2000; Santacruz et al., 2009). Las partes como tallos, flores, frutos y cáscara, así como la posibilidad de ampliarlas mediante la industrialización, permitiría ofertar más productos, tener disponibilidad de ellos, aunque su época de cosecha termine, mantener la

operación continua de las agroindustrias y empresas exportadoras; así como agregarle mayor valor al producto agrícola, todo lo cual debería redundar en mayores beneficios para productores y las regiones donde se desarrolla (ASERCA, 2000).

El fruto de esta planta cuenta con valores altos de vitamina C, K y contenido de humedad (Romainville, 2021a). Por otra parte, el valor de energía que pueden proporcionar los tallos es superior al de algunas verduras como zanahoria y lechuga, su contenido de hierro es similar al de las espinacas crudas (Castillo-Martínez, 2002). Las plantas de pitahaya y sus componentes son destinados a realizar productos ornamentales, se usan como barreras protectoras vivas, algunos usos de tipo medicinales y que pueden ser compatibles con el principal objetivo que es la producción del fruto.

## **2.4 Características de la planta pitahaya**

Rodríguez-Canto (1993) describe que botánicamente es integrante de la familia *Cactaceae* y subfamilia *Cereoidae*, que incluye el género *Cereus* y, dentro de éste la especie *Cereus undatus* Haworth, misma que se puede encontrar con el sinónimo de *Hylocereus undatus* Haworth, además Ortiz-Hernández et al. (1999) menciona que puede encontrarse con diferentes nombres dependiendo de la región; siendo la más común pitaya o pitahaya (Figura 2).

La fruta dragón cuenta con raíces del tipo pivotante y adventicias; las plantas del tipo primario siendo las que están en contacto directo en el suelo y plantas denominadas adventicias como su raíz las cuales se desarrollan afuera del suelo. El rizoma crece horizontalmente a lo largo del suelo, a una profundidad de 5 a 25 cm, y su área expandida tiene aproximadamente 30 cm de diámetro. Esta información debe tenerse en cuenta en las primeras etapas del crecimiento de las plantas al planificar la labranza, la fertilización, el control de malezas y la

siembra de otros cultivos. Las raíces secundarias se forman después de un largo período de sequía y su función es anclar y sostener la planta y absorber nutrientes y agua del medio ambiente (Habid et al., 2006).

Tienen tallos de forma triangular y nervaduras onduladas. Estos desprenden raíces del tipo aéreo y, cuando son jóvenes, muestran espigas florales con una o más espinas cortas (Ortiz-Hernández et al., 1999). Por acción de las condiciones ambientales y la especie, la longitud de sus tallos es variable, pueden medir centímetros hasta superar los 35 metros (Ortiz-Hernández et al., 1999). Los tallos realizan la fotosíntesis metabolizando ácido crasuláceo (Reyes, 1995). Los frutos en estado maduro se presentan de un color verde, mientras que los tallos jóvenes y brotes son de un color verde vivo, el tallo tiene la función de realizar el proceso fotosintético; presentan un color café en la zona del margen (Rodríguez-Canto, 1997). Las areolas, que son áreas donde están las espinas se desarrollan en las costillas del tallo, en específico en las ondulaciones, tanto la distancia entre ellas como el número de espinas varía (Castillo et al., 2005).

La flor es de color blanco o rosa, de forma tubular, tiene varios estambres, son grandes y vistosas; su apertura es nocturna por lo que es conocida como “reina de la noche” (Ortiz-Hernández, et al., 2012). El fruto es ovoide de tipo baya (Figura 2), puede medir más de diez centímetros de diámetro; la cáscara tiene estructuras llamadas brácteas u “orejas” las cuales son firmes y brillantes; Ortiz-Hernández (2000) menciona que el tamaño y número de estas, así como el color externo e interno del fruto dependerá de la variedad, por la presencia estas estructuras, en países de oriente se asocia con la figura del dragón. Factores como variedad, el manejo que se le dé, así como polinización, suelo y clima donde se desarrolla, los frutos pueden llegar a pesar hasta más de un kilo (Ortiz-Hernández, et al., 2012). Las semillas son de un tamaño diminuto (1 a 2 mm) y se encuentran en gran cantidad, cuentan con funículo alargado, una a la semilla

con la sección ventral del fruto, se encuentran en toda la pulpa, cuentan con la testa negra brillante y están cubiertas por una sustancia viscosa (Castillo et al., 1996).

La mayoría de las zonas de producción de esta planta son de traspatio, donde se reproducen en su mayoría por estacas. La unidad comienza su producción a partir del año dos, esto cuando proviene de propagación por estacas, el tiempo es mayor cuando provienen de semillas. El manejo que necesita la pitahaya es generalizando: poda, riegos, control de agentes patógenos, así como soporte de con base a fertilizantes (Meraz-Alvarado et al., 2003).



Figura 2. Ejemplar de pitahaya en el estado de Puebla.  
Fuente: Elaboración propia.

## **2.5. Manejo del cultivo**

### **2.5.1 Riego**

La disponibilidad de agua para los cultivos es variable, por lo que es jugar con un equilibrio constante entre la transpiración y absorción. Sólo en el equilibrio, los nutrientes distribuidos en el suelo y los que son vertidos en el agua de riego podrán ser aprovechados por la planta, alcanzando así una producción óptima y deseada (Carrillo, 2005). Al momento de este trabajo se menciona que es muy variable la necesidad hídrica en los cultivos de pitahaya, investigaciones realizadas en países de oriente sugieren aplicar 120 mm al año por planta durante la fase vegetativa, por otra parte, Mizrahi et al., (2007) y Castillo et al., (1996) recomiendan tres litros de agua por planta en cada riego y casi cinco litros durante la época de producción de fruto. Los riegos deben aplicarse en la época de seca. Para el riego se recomienda utilizar los sistemas por goteo o microaspersión; siendo mejor el segundo para el cultivo de pitahaya.

### **2.5.2 Fertilización**

Es una práctica de importancia en las unidades agrícolas, ya que promueve el desarrollo de los cultivos (Castillo et al., 1996). Aunque hasta el 99 % del tejido presente en las especies vegetales está formado por carbono, hidrógeno y oxígeno, los cuales son absorbidos a través del agua y del aire. Frecuentemente, los componentes presentes en el suelo son insuficientes y detienen o truncan el desarrollo de los cultivos. En la actualidad muchos suelos de actividad agrícola son deficientes en al menos uno de los compuestos necesarios para el crecimiento de las plantas (Bonilla, 2000). Valdez-Cepeda y Blanco-Macías (2002) mencionan que cuando el suelo no brinda suficientes nutrientes para los cultivos, debe de plantearse la opción de aplicar fertilizante al suelo para cubrir con dichos requerimientos del cultivo y maximizar el rendimiento. Sin embargo,

los suelos cuentan con distinta composición en relación de los nutrientes; de manera que para conocer los elementos que puedan ser aprovechables se requiere de un ensayo de fertilidad. Cuando se prescinde de este, la aplicación de fertilizantes debe ser basada en la experiencia con el cultivo y las características del suelo; esto debe ser la última opción en el manejo del cultivo (Valdez-Cepeda et al., 2007).

En la mayoría de los cultivos, para el desarrollo de tallos se requiere nitrógeno, en la etapa de floración el fósforo y, poder incrementar lo grueso de los tallos en la pitahaya el potasio juega un papel fundamental (Habid et al., 2006). Castillo et al. (1996) comentan que valores recomendables de pH en suelo para esta planta es de 5.3 a 6.7, a razón de que se tiene mayor disponibilidad de los nutrientes y que la actividad microbioma también es óptima. La adición de fertilizante en las plantaciones de esta especie, es basada en ensayos, dejando a un lado los conocimientos técnicos sobre la eficiencia y manejo de los compuestos que se utilizan como fertilizante y abonos, estos aplican cerca de 200 kg de  $Nha^{-1}$  , 100 kg  $P_{2}O_{5} ha^{-1}$  y 60 kg  $K_{2}O ha^{-1}$ , dependiendo en primer plano de lo económico y no de las necesidades de las plantas, generando como repercusión el aumento del costo de producción y generando un desequilibrio en la fauna microbiológica de los suelos. Lo que pone en contexto que información sobre los requisitos nutricionales y manejo de la fertilización en el sistema de producción de pitahaya es de gran relevancia (López & Guido, 2002). Es necesario indicar que hasta este momento existe poco conocimiento sobre la fertilización orgánica y del tipo química en la producción de pitahaya.

Actualmente en conjunto con la producción a campo abierto, el cultivo se trabaja en gran variedad de ambientes modificados, destacan los invernaderos y dentro de ello los sistemas hidropónicos, los cuales son ejemplo de ambientes

modificados o del tipo artificial, con el objetivo de desarrollar una agricultura del tipo intensivo.

En México, muchas áreas tienen condiciones naturales ideales para invernaderos y, como este tipo de agricultura se está desarrollando rápidamente, puede proporcionar productos de alta calidad para los mercados nacionales y de exportación. De esta manera, el uso de invernaderos ha contribuido en gran medida a la producción de alimentos y al desarrollo de varias regiones agrícolas de México (Juárez-Cruz et al., 2012).

La agricultura protegida se realiza bajo estructuras construidas con el objetivo de evitar algunos inconvenientes que el ambiente genera y controlar así el desarrollo de las plantas; mediante el uso de diversas cubiertas se reducen las condiciones adversas del clima, en las últimas décadas se han desarrollado distintos tipos de estructuras para la protección de plantas, lo que genera distintas formas de recrear condiciones ambientales adecuadas para los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región.

### **2.5.3 Malla sombra y casa sombra**

Las casas y malla sombra son elementos que se utilizan para disminuir la cantidad de radiación que llega a los cultivos. Las mallas no sólo se utilizan para el sombreado, también se usan en los laterales de los invernaderos con el propósito de evitar la entrada de insectos. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos son conocidas como casas sombra, buscan con esta cubierta protectora regular la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger de los fenómenos meteorológicos como el granizo; y posibles daños por parte de insectos, aves y roedores.

Mediante la utilización de mallas se puede reducir desde 10 hasta el 95% del total de la radiación. La cantidad de luz que pasa dependerá de la planta que se tenga en producción. Con estas estructuras no se evita el paso de lluvia, ni del viento. Generalmente las estructuras sobre las que se colocan las mallas sombra son metálicas, pero también pueden ser construidas con madera. Las mallas de color negro son las que más se utilizan; Los materiales más comunes para su fabricación son el polietileno y polipropileno, en los últimos años con poliéster. La duración de estas estructuras puede ser de cuatro hasta diez años, dependiendo del material, color y por supuesto del manejo. El objetivo de usar una malla sombra no sólo es reducir luz, también evita el exceso de temperatura.

#### **2.5.4 Invernaderos**

Un invernadero es una construcción agrícola con un revestimiento plástico, diseñado para reproducir o simular en su interior las condiciones climáticas adecuadas y necesarias para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, con cierta independencia del medio exterior. Entre las estructuras utilizadas para la protección de cultivos, los invernaderos se han convertido en el medio más eficaz para modificar y controlar los principales factores ambientales relacionados con el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales. Los invernaderos son construidos con distintos materiales, tienen una altura superior a dos metros, una anchura superior a seis metros y una longitud variable. Conectando varios módulos se puede conseguir una gran superficie cubierta denominada invernadero batería; por su tamaño permiten realizar en obra todos los trabajos y prácticas que requiere el cultivo. De acuerdo con la Norma Mexicana de Diseño de Estructuras de Invernaderos (NMX-E-255-CNCP-2008), un aspecto crítico a considerar en la construcción son los materiales utilizados. Deben ser económicos, ligeros, fuertes y formar pequeñas estructuras para no hacer sombra a las plantas, ser fáciles de mantener y cuidar, y poder adaptarse. Por

tanto, al adquirir estos materiales se debe verificar las especificaciones de fabricación que se mencionan en la normatividad, cumpliendo así con un buen diseño, resistencia mecánica, estabilidad y durabilidad, incluyendo las cimentaciones.

El invernadero tiene como finalidad proteger los cultivos de elementos y factores nocivos para su crecimiento, como altas y bajas temperaturas, granizo, viento, lluvias intensas, cantidad y calidad de la energía luminosa. Estos factores y elementos pueden modificarse y controlarse eficazmente diseñando, equipando y gestionando adecuadamente cada invernadero, teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales y los requisitos de cada especie agrícola que se cultiva en él. Con relación al nivel de tecnificación en México, la mayoría de éstos se consideran de baja y media tecnología, en función de los siguientes puntos:

- 1) Tecnología baja: es 100% dependiente del ambiente, al hacer uso de tecnologías simples similares a las utilizadas en cultivo a intemperie.
- 2) Tecnología media: son estructuras en disposición de módulos o batería que tienen modificaciones o adecuaciones que permiten modificar el ambiente de forma parcial, pueden programar riegos, y se trabajan en suelo o sustratos. Por lo general la calidad y producción es mayor que en el anterior.
- 3) Tecnología alta: cuentan con control ambiental que es automatizado, riegos programados que suelen ser computarizados y de alta precisión, pueden manejar técnicas de inyección de CO<sub>2</sub>, por esto cuentan con sensores que manejan sistemas de riego y ventilación, así como pantallas térmicas para el control de luz y humedad.

Los invernaderos modernos están equipados con mecanismos y equipos necesarios para controlar la temperatura, la luz, la humedad ambiental y del sustrato, la ventilación, la aireación, la dosificación de dióxido de carbono, el riego y la fertilización. Como resultado, los rendimientos agrícolas han aumentado a niveles superiores a los logrados en campo abierto utilizando sistemas

tradicionales de producción agrícola mecanizados; las cubiertas de los invernaderos suelen estar hechas de plástico con diferentes propiedades, como plástico térmico, resistente al goteo, selectivo a la luz y biodegradable, paredes de malla o policarbonato y elementos de sombreado aluminizados, también existen invernaderos de cristal que los hacen más herméticos. La cantidad de aire entre las plantas y el techo es mayor que en un invernadero politúnel (túnel celular), lo que aumenta su inercia térmica y su estabilidad climática. El paso de la luz es superior a la de los invernaderos de plástico y cuentan con varios sistemas de regulación del clima que se manejan a través de un controlador de riego y temperatura; su inversión es alta, por lo que su uso en climas no extremos es limitado, pese a que poseen los mayores rendimientos potenciales por metro cuadrado.

### **2.5.5 Uso de estructuras en pitahaya**

En los mercados internacionales se exige que los productos agrícolas cumplan con condiciones de calidad e inocuidad, esto lo manifiesta la norma técnica para la certificación fitosanitaria de productos agrícolas de exportación frescos y procesados (NTON 11001 – 01) que al realizar las buenas prácticas agrícolas en el cultivo de pitahaya se debe producir en condiciones en que el producto final esté libre de riesgos (físicos, químicos, y microbiológicos), que sean competitivos en el mercado y contribuyan a mejorar los beneficios del productor, para que así se cumplan con la normativa en relación a la calidad e inocuidad dentro de las medidas sanitarias y fitosanitarias que regulan envíos de acuerdo a lo firmado por países de la Organización Mundial de Comercio (OMC) en lo referente a los obstáculos técnicos al comercio y a las medidas sanitarias y fitosanitarias.

Una tendencia para la producción de pitahaya es el uso de casas de red, sin embargo, se depende del clima y las variedades a utilizar (Chien & Chang, 2019).

En Israel (recibe 50 mol/m<sup>2</sup> por día de luz integral en el verano), se utiliza pantallas de sombra (sombreado entre 30 al 60%) en las casas de red para minimizar quemaduras solares e incrementar la calidad de fruta y su rendimiento (Mupambi *et al.*, 2018). Esta técnica es capaz de incidir sobre las plagas como los insectos; por lo tanto, tiene potencial para la producción de pitahaya (Chien & Chang *et al.*, 2019).

El uso de estructuras de protección es una alternativa que contribuye a una buena productividad y a un incremento en la inocuidad del producto. En México, el uso de estructuras para la producción de pitahaya está tomando importancia principalmente con estructuras de maya sombra dadas las condiciones climáticas de la región, sin embargo, la elección de la estructura adecuada dependiendo de las necesidades del cultivo y de las condiciones de la zona donde se establecerá será un factor determinante para el incremento en la rentabilidad del sistema.

### **3. METODOLOGIA**

Se realizó un análisis del entorno para tener el diagnóstico de la red de valor, e identificar las zonas más extensas y altamente productoras del cultivo en el país, permitiendo determinar en cuál de ellas sería más conveniente analizar con respecto a las tendencias como base para la identificación de la estrategia que se desarrollan para la producción y comercialización del cultivo. Las fuentes de información consultadas para este análisis del entorno corresponden a lo proporcionado por instituciones, universidades y centros de investigación como SIACON (2023), USDA (2023), INIFAP (2023), tesis, artículos y libros de la Universidad Autónoma Chapingo, Universidad de Colombia y Universidad de Ecuador.

La metodología aplicada para este análisis se basa en las recomendaciones hechas por Muñoz y Santoyo, (2011) iniciando con el diseño de una encuesta línea base que incluyen las categorías de datos personales, detalles de la actividad que realizan como la influencia que esta tiene en sus ingresos y el tiempo que tiene manejando el cultivo; se incluyen preguntas relacionadas con la dinámica de ventas y también de las diferentes tecnologías que implementan en sus sistemas de cultivos como innovaciones así como las relaciones principales que le han permitido incluir todas sus innovaciones en el sistema de cultivo.

Para la aplicación de las encuestas se eligió al estado de Puebla como la población objetivo de estudio por su nivel productivo y las condiciones climáticas similares a las que encontramos en el estado de Guanajuato. De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis del entorno y con base en el método de bola de nieve propuesto por Goodman (1961) se eligieron a 26 productores que, de acuerdo con la apreciación de los mismos pobladores y diversos actores, se reconocen como productores destacados al realizar actividades diferentes obteniendo resultados sobresalientes entre todos los demás productores. Para la aplicación de los cuestionarios se visitó a cada uno de los productores hasta sus domicilios y parcelas donde se pudo platicar con ellos obteniendo detalles importantes.

Una vez recolectados los datos, estos se concentraron en una base, para ser analizados y obtener los datos del Índice de adopción de innovaciones (InAI) y la Tasa de adopción de innovaciones (TAI). Para el cálculo de este indicador se utilizó la metodología propuesta por Muñoz et al. (2007), quienes proponen determinar la capacidad innovadora de los productores a través del cálculo del InAI, el cual se obtiene al cuantificar el número de prácticas realizadas por el productor en un lapso determinado con respecto al total de prácticas que se deben realizar para alcanzar la eficiencia. El catálogo de las innovaciones es

elaborado por expertos y se incluye en la encuesta línea base como parte de las actividades que el productor podría estar desarrollando. El InAI brinda la cantidad de innovaciones adoptadas con respecto a las disponibles a realizar, su cálculo se expresa en porcentaje, por categoría de innovaciones, por productor y por cada innovación dentro de un catálogo.

El InAI es una variable importante en este estudio, permite conocer cuáles innovaciones está haciendo uso el productor, tanto antes como después del del proceso de capacitación y, con base a esta información, poder medir el impacto de la intervención.

En adición, se construyeron gráficos que permiten hacer comparaciones y análisis de las tendencias y comportamientos que presentan los diferentes parámetros investigados con base en las encuestas realizadas.

Con el análisis de la estrategia desarrollada en el área seleccionada, es posible desarrollar el diseño tecnológico de un modelo productivo para diferentes zonas edafoclimáticas. De acuerdo con lo obtenido en el análisis del entorno y a las zonas con un alto potencial productivo, se determinó la zona donde se ubicarían los modelos diseñados con la finalidad de potencializar las prometedoras características productivas.

### **3.1 Diseño de modelos productivos**

Los datos obtenidos gracias a las encuestas realizadas permitieron determinar condiciones de comercialización importantes a considerar en un nuevo modelo de negocios a establecer. Sin embargo, los modelos diseñados tienen origen en los requerimientos edafoclimáticos óptimos del cultivo donde se incluyen las variables de temperatura ambiental, humedad relativa, requerimiento hídrico (temporal o riego), radiación y tipo de suelo que varían de un estado a otro o

incluso de una zona a otra dentro del mismo estado. Para la atención de estas variaciones se tomaron en cuanta alternativas de control climático de agricultura protegida como estructuras de malla sombra, sistemas de riego adaptados a los diferentes relieves, entre otros.

El análisis agroclimático de las áreas donde se establecerán los sistemas dio como resultado el diseño de tres módulos productivos para las diferentes zonas climáticas que se distribuyen en el estado.

Por otra parte, la determinación del tipo de material vegetal propuesto se definió con base en las tendencias de mercado que se visualizaron en el análisis de mercado, atendiendo de manera estricta la cantidad del material vegetal que proporciona los frutos menos solicitados por el mercado pero que es necesario para asegurar la productividad del material vegetal que proporciona los frutos con mayor demanda dadas las condiciones específicas de polinización cruzada.

Como característica final se determinó la superficie a establecer para cada uno de los módulos con base en el promedio de superficie cultivada y la productividad reportada por los productores entrevistados en el análisis del entorno con la finalidad de que sean módulos completamente viables para establecerse por productores interesados en el cultivo de pitahaya.

### **3.2 Evaluación financiera de los módulos evaluados**

Al determinar el diseño para los modelos productivos específicos para cada área de atención así como las superficies que se estarán estableciendo para cada uno de ellos, se desarrolló un análisis detallado de los costos productivos tanto en inversión de etapa preoperativa como para capital de trabajo, se estimaron los ingresos esperados de acuerdo a los precios promedio arrojados por el estudio de mercado y se estimó el plan de manejo de un apoyo financiero ante la

situación de limitación de recursos para el capital de trabajo con la finalidad de poder evaluar la rentabilidad de cada uno de los módulos productivos que se proponen. Este análisis se realizó en hojas de cálculo del programa Excel.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Indicadores productivos en México**

El desarrollo de la pitahaya como un cultivo comercial en México se ha originado, de acuerdo con los datos emitidos por el SIACON, desde el año 1988, sin embargo, la producción registrada en este año era mínima. A partir del año 1997 se registrar un incremento notable en la producción del fruto, no obstante, esta tendencia toma fuerza en el año 2000, misma que desciende en los siguientes años y retoma fuerza para el año 2006, partir del cual se registra una tendencia en aumento de productividad hasta llegar al pico máximo en el año 2020.

A partir de la Figura 3 podemos observar que de entre los estados altamente productores, destacan Oaxaca, Puebla, Quintana Roo y Yucatán. Para iniciar un proyecto de producción de esta especie en la zona centro del país, resulta de interés analizar la dinámica productiva y comercial de los estados de Oaxaca y Puebla; sin embargo, de acuerdo con lo reportado por el SIACON (2023), el último reporte de productividad por parte del estado de Oaxaca es del año 2001, mientras que Puebla ha elevado sus niveles productivos a partir de del 2016 a la fecha. Es por esto por lo que, como parte de la metodología del presente estudio, se hizo un análisis de la cadena en este estado.

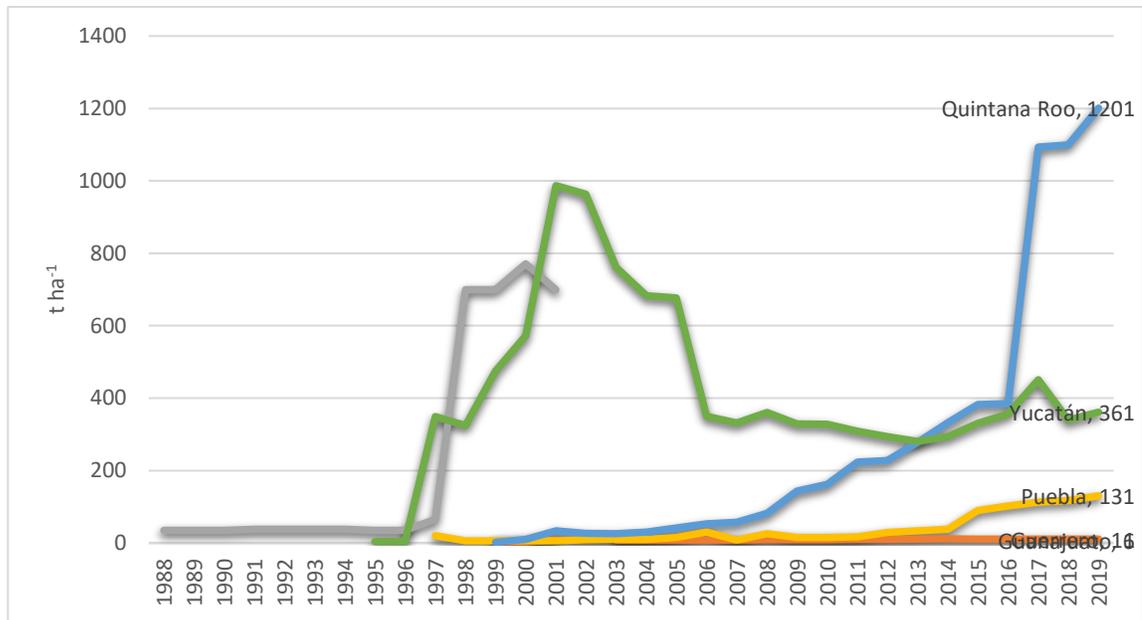


Figura 3. Estados productores y su tendencia de producción acumulada a través de los años. Fuente: SIACON (2023).

Con base en los datos anteriores, la tendencia de la producción de pitahaya en México ha ido incrementando gradualmente, sin embargo al analizar los datos de rendimiento en la Figura 4 podemos ver que el año con valores superiores es en el año 2000, sin tener registro de algún año posterior que se le pueda igualar. Este hecho sugiere que en el primer año productivo la planta expresó uno de sus años más prolíferos; sin embargo, de acuerdo con las experiencias registradas por los productores encuestados en Puebla, la baja de rendimiento posterior se debe principalmente a plagas y enfermedades que atacan a los cultivos y de los cuales no se tiene un manejo adecuado, afectando directamente a la cantidad de frutos producidos.

Aunque este rendimiento se va recuperando, de acuerdo con los datos reportados, esta puede derivarse también del incremento de superficie producida, más que por buenas prácticas agrícolas adquiridas mismas que, aunque se han

ido desarrollando, estas no se han visto adoptadas por nuevos productores que se introducen en esta actividad.

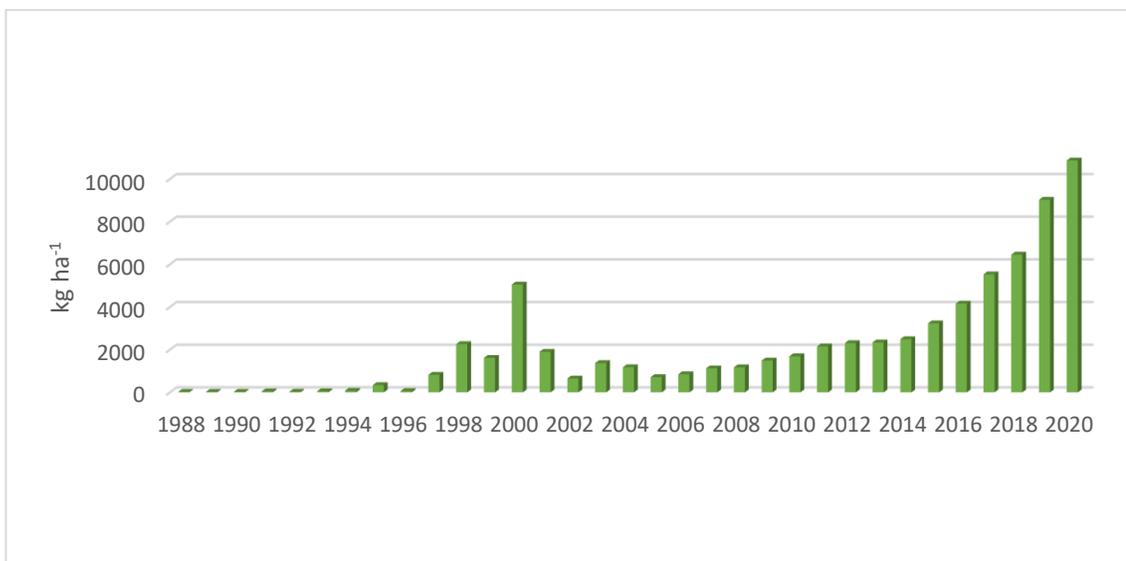


Figura 4 Tendencia de la producción de pitahaya en México. Fuente: SIACON, 2023.

Refiriéndonos al valor de la producción, en la Figura 5 se puede ver una dinámica que sugiere mejores precios con el paso de los años sin dejar de lado el efecto del volumen producido, que tiene un comportamiento similar. El comportamiento de este parámetro vislumbra mayor especialización en el manejo del cultivo, mismo que permite obtener mejores rendimientos y de mejor calidad, influyendo así en el precio de mercado que se ve reflejado en el incremento del valor de la producción nacional, bajo el efecto de oferta y demanda. Se llevó a cabo un análisis en campo, ubicándonos en uno de los estados altamente productores del país: Puebla.

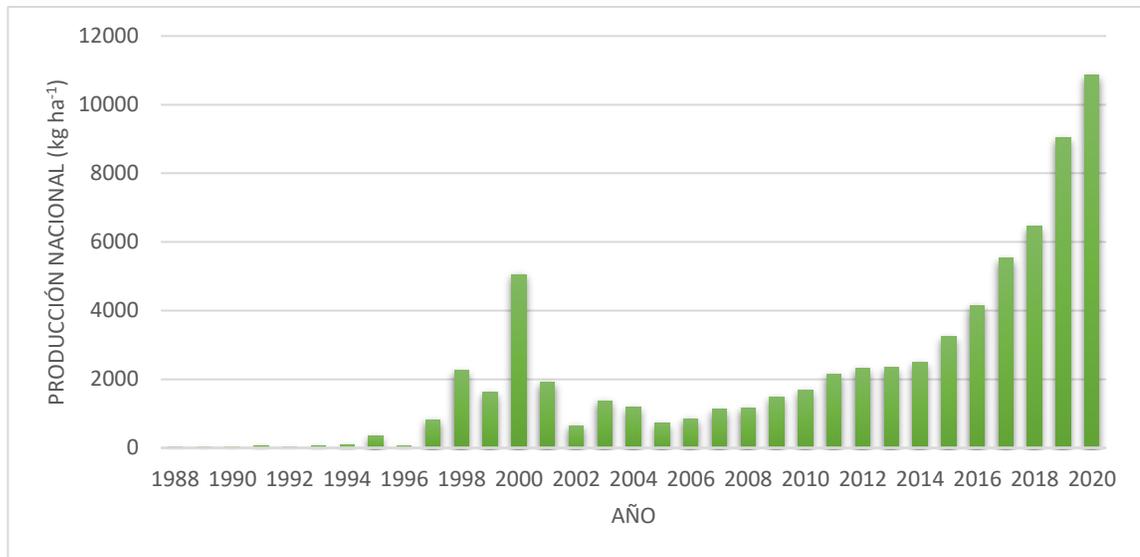


Figura 5 Valor de la producción nacional a través de los años. Fuente: SIACON, 2023.

#### 4.2 Indicadores de adopción de innovaciones del productor convencional

Este apartado, muestra los resultados de la colecta de información realizada en campo a 28 productores del estado de Puebla, como uno de los estados altamente productores de país. Se evaluó la implementación de 31 actividades importantes (Cuadro 1) que influyen en la productividad del cultivo, así como el modelo de negocios que se desarrolla en esta zona, con la finalidad de poder transferirlo al estado de Guanajuato, donde el desarrollo de esta actividad está tomando relevancia.

Cuadro 1. Catálogo de actividades evaluadas en los sistemas productivos de 28 productores de estado de Puebla.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
a. 01 Recibe asesoría técnica	A. NUTRICON
a. 02 Análisis de suelo	
a. 03 Fertilizantes químicos	
a.04 Fertilizantes con base en compostas	
b.01 Monitoreo de plagas y enfermedades	B. SANIDAD
b. 02 Manejo integrado de plagas y enfermedades	
b. 03 Control químico de plagas y enfermedades	
b. 04 Control biológico de plagas y enfermedades	
b. 05 Control físico de plagas y enfermedades	
c. 01 Cuenta con registros de actividades	C. ESTABLECIMIENTO Y MENEJO DE PLANTACIONES
c. 02 Programación	
c. 03 Uso de malla sombra	
c. 04 Realiza podas	
c. 05 Prácticas de polinización manual	
c. 06 Implemento de 2 o más variedades	
d. 01 Uso de tutores naturales	D. SISTEMA DE TUTOREO
d. 02 Uso de tutores de concreto	
d. 03 Uso de cercas torres de piedra	
e. 01 Lleva un registro de gastos e ingresos	E. ADMINISTRACION
e. 02 Cuenta con registros administrativos	
e. 03 Uso de bases de datos para el manejo de finanzas	
f. 01 Tiene registros de cosecha	F. COSECHA Y MANEJO PORTCOSECHA
f. 02 Determina criterios de cosecha	
f. 03 Tiene procesos de transformación de materia prima	
g. 01 Compra esquejes	G. REPRODUCCION
g. 02 Reproduce sus propios esquejes	
g. 03 Comercializa sus propios esquejes	
g. 04 Implementa material injertado en sus plantaciones.	

Fuente: Elaboración propia.

Los productores encuestados, tuvieron perfiles muy variados, desde escolaridad primaria hasta estudios de posgrado, con una mayoría que se centró en escolaridad secundaria y una edad promedio de 42 años. Con base en las

respuestas obtenidas, se calcularon los índices de adopción de innovaciones y tasa de adopción de innovaciones. En la Figura 6 se identificó que el 57.69% del total de productores entrevistados obtuvo un índice de adopción de innovaciones inferior al promedio (0.5), comprendidos en un rango de valores que van desde 0.7 como máximo y 0.15 como mínimo.

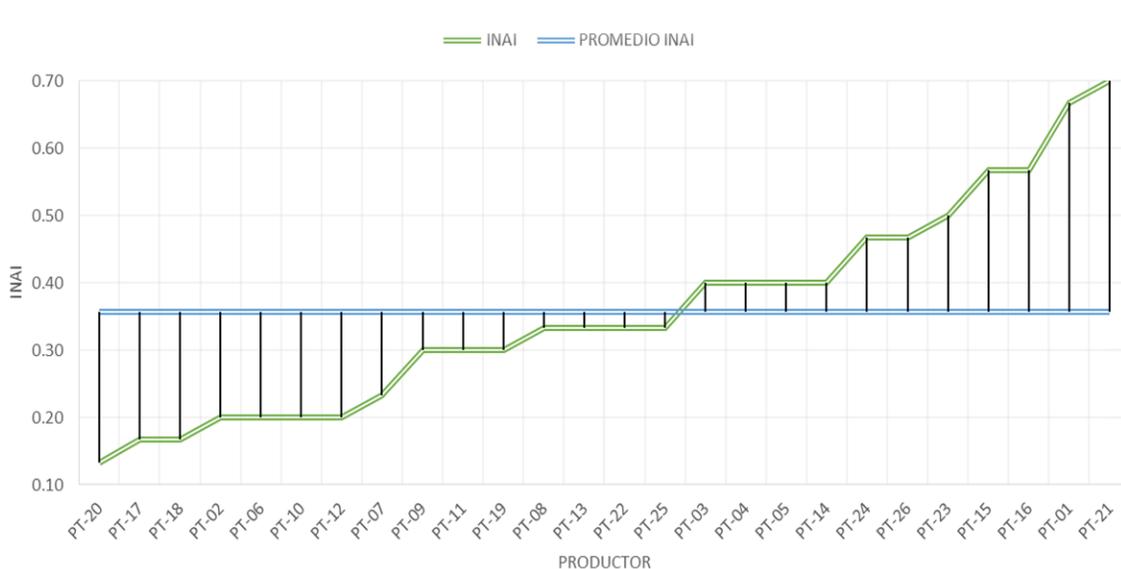


Figura 6. Gráfico de Índices de Innovación para cada uno de los productores entrevistados en el estado de Puebla. Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar la tasa de adopción de innovaciones, se identificó que el 56.67% de los productores se sitúa por debajo del promedio (3.5%). Identificando una actividad con un 0% de adopción, el uso de bitácoras y archivo administrativo. La actividad con mayor porcentaje de adopción resulto ser la implementación de materia orgánica en el suelo con un 100% de TAI.

En el análisis se han detectado actividades productivas que son fundamentales para la solución de problemas latentes identificados; el manejo del fruto maduro en la planta antes de cosecharlo para evitar daño por aves es uno de ellos, así

como la polinización y manejo de material genético para el incremento de la productividad y un manejo integrado de plagas y enfermedades. Es importante puntualizar que, aun cuando el 100% de los productores han comentado realizar actividades que benefician en estos sentidos, no todos han tenido los mismos resultados (Figura 7). Esta situación sugiere que, aun cuando los productores tienen en consideración la importancia de cuidar estos aspectos, no cuentan con la información requerida para poder realizar estas actividades de manera correcta, provocando así que diferencias significativas a nivel productivo, donde un productor con estudios de posgrado ha logrado incrementar su productividad hasta 27 ton ha<sup>-1</sup> con sistemas de tutoro innovador y manejos de nutrición y control de plagas adecuado, en comparación con un productor de escolaridad media, con sistemas de tutoro vivos y con deficientes manejos de nutrición y control de plagas. Cabe destacar también la actitud negativa de estos últimos para recibir información al respecto por parte de universidades o instituciones, derivado de malas experiencias, provocando que sólo estén interesados en apoyos de carácter económico.

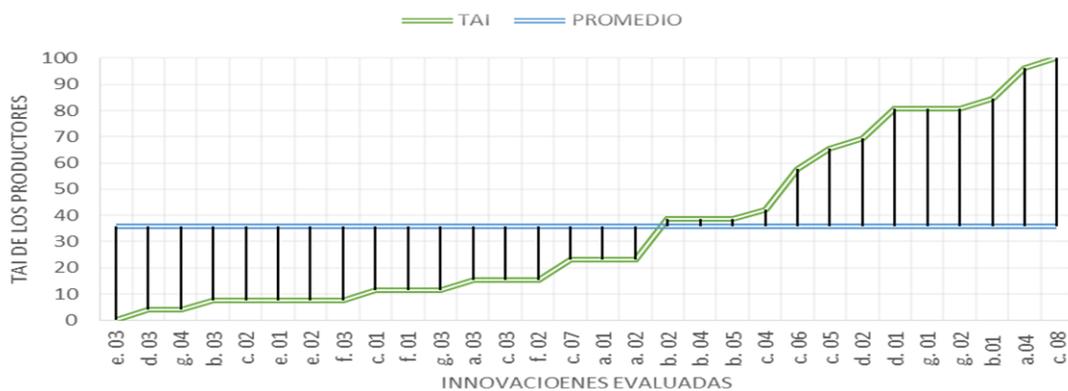


Figura 7. Grafico de tasas de Innovación de 28 productores del estado de Puebla. Fuente: Elaboración propia.

### **4.3 Comparativo de áreas de oportunidad de un nuevo modelo de negocios para el estado de Guanajuato en comparación con el actual en el estado de Puebla**

Con base en las tendencias que se identificaron en el sistema productivo de Puebla, se busca identificar las áreas de mejora que permitan introducir y potencializar en el estado de Guanajuato a la cadena productiva de una forma eficiente.

Inicialmente, es importante destacar el crecimiento de superficie cultivada en el estado la cual sugiere amplia área de oportunidad para introducir tecnologías de cultivo innovadoras que permitan el incremento de productividad en el cultivo, así como la adaptación de nuevas variedades que pueden ganar campo en el mercado nacional y de exportación. El modelo convencional que se desarrolla en el estado de Puebla, por lo menos el ubicado para los 28 productores entrevistados, habla de empresas del tipo familiar que se basan en experiencias propias para el desarrollo del cultivo. Se establecen cultivos de materiales genéticos principalmente de recolección o que han sido transferidos por amigos de pueblos cercanos, preocupándose principalmente por el establecimiento del cultivo y dejando de lado manejos fitosanitarios que son de suma importancia, mismos que han mermado la productividad hasta en un 75% para productores de estas zonas. Las parcelas establecidas en esta área son relativamente pequeñas (un promedio de 1 ha por productor) lo que les permite trabajar con mano de obra familiar para labores culturales bajando así sus costos productivos, además en temas de mercado se limitan a esperar que un intermediario llegue hasta la parcela para que se lleve toda la producción castigándoles el precio por diferentes factores, entre ellos calidad y volumen.

Se encontraron dos productores entre los 26 encuestados que cultivan materiales con características demandadas por mercados selectos (colores morados y amarillos ya sea en pulpa o cascara). Sin embargo, el número de plantas cultivadas por productor no sobrepasa las cinco plantas por individuo, lo cual indica que la cantidad de frutos no es suficiente para lograr que el comprador pueda hacer una diferenciación en este fruto y termina comprándolo al mismo precio que el resto de la cosecha.

Este análisis ha permitido identificar áreas de oportunidad para mejorar este modelo y poder trasladarlo al estado de Guanajuato de una forma exitosa. En primer punto, se debe atacar la falta de interés del productor por adoptar técnicas y tecnología que benefician a la productividad del cultivo. Esta parte es fundamental ya que estaría representando un punto estratégico para la adaptabilidad y el desarrollo de innovaciones que debe tender la empresa ante la latente amenaza de saturación de mercado que existe para los años futuros derivado del incremento que se ha registrado de establecimientos de nuevas parcelas.

Como segunda área de oportunidad se encuentra el desarrollo de tecnologías dirigidas a las zonas de producción, promocionando así sistemas que aseguren al productor altas cantidades de fruta con los costos bajos dependiendo del área en la que busquen ubicarse en el estado.

Y como tercera área de oportunidad se encuentra el desarrollo de variedades de interés ya sea a nivel productivo o comercial, pues esto permitirá diferencial los productos ofertados otorgándoles también un mejor precio de venta dando ventaja competitiva en un futuro.

Es importante no dejar de lado el tema comercial, si bien por el momento el fruto es demandado y no falta el intermediario que busque comprar la mercancía,

poder desarrollar un canal de ventas establecido y direccionado a mercados selectos o de exportación es importante. Otro de los aspectos importantes a considerar es la inversión inicial para establecer una huerta de pitahaya que es elevada, por ello pensar en que un productor inicie con más de 2.5 has de producción es aventurado, considerando que además el desarrollo del cultivo contempla un periodo de hasta 16 meses de preoperatividad donde no tenemos ingresos. Por ello el contacto obtenido de nuevos productores podría sugerir una colaboración para la compra de su producto a precios más atractivos, con la finalidad de por comercializarlo para exportación ya en volumen, si en adición se promueve como tecnología la introducción de variedades con características que permitan diferenciar al fruto en precio, se podrán manejar cantidades atractivas que permitirán que estas ganen mejor precio de venta. Por ello los clientes a quienes se estará dirigiendo el modelo van desde productores a comercializadoras que puedan estar interesadas en los volúmenes productivos necesarios para exportación.

#### **4.4 Adopción de modelos de producción como parcelas escuela en una empresa proveedora de servicios de innovación**

##### **4.4.1 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

Una vez detectadas las áreas de oportunidad que se pueden desarrollar para el estado de Guanajuato, se establecen como actividad prioritaria el poder determinar cuáles son las tecnologías que se promoverán para cada uno de los climas predominantes del estado: Seco subhúmedo en la parte sur y seco cálido en la zona norte.

De igual forma conocer el manejo apropiado del cultivo es primordial, por ello conocer cada una de las condiciones edafoclimáticas son clave (Cuadro 2).

Cuadro 2. Condiciones edafoclimáticas para el óptimo desarrollo del cultivo de pitahaya.

PARAMETRO	OPTIMO PARA EL CULTIVO
C.E.	0.5 - 2.5 mS m <sup>-1</sup>
pH	5.5 - 6.5
Tipo de suelo	Franco arenosos
Clima	Semiárido/ templado/ tropical
Temperatura	14 - 26 °C
Sombra	40-60%
Horas luz	13/día

Fuente: Elaboración propia

Romainville (2021a), señala que antes de establecer la fruta del dragón, se debe realizar un análisis previo del suelo; la conductividad eléctrica (CE) o la concentración de sales ideal oscila entre 0.5 a 2.5 mS m<sup>-1</sup>. Delgado (2015), menciona que tiene adaptación a condiciones de suelos secos, pobres y con presencia de piedras, aunque es mejor su establecimiento en terrenos con suelos franco-arenoso con presencia de humedad, materia orgánica y que estos terrenos no suelan inundaciones. Hernández et al. (2020) comentan que, en nuestro país la fruta dragón se puede adaptar desde en zonas templadas pasando por tropicales y semiáridas, sean las plantas de tipo silvestres o domesticadas. Las condiciones óptimas son: altitud de 1,400 a 1,700 m.s.n.m., precipitación 1,500 mm, temperatura de 14 a 26 °C, pH de 5.5 a 6.5 y una exposición a sombra de 40 al 60 % (León, 2003).

#### 4.4.2 Características de la planta

Adicional a las condiciones que el cultivo requiere para su óptimo desarrollo, el manejo cultural que se le da al material vegetal tiene influencia en el rendimiento obtenido justificando la importancia de que conocer la morfología de la planta es de suma importancia pues así se tendrá la oportunidad de atender todos los

procesos de manera adecuada, priorizando aquellas que sean esenciales en el proceso productivo de tal forma que podamos asegurar los rendimientos óptimos.

**Raíz.** - La pitahaya tiene dos tipos de raíces; las raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y poco profundas con una función absorbente, y las raíces secundarias, o raíces adventicias, se desarrollan sobre el suelo y tienen una función de soporte.

**Tallo.** - Los tallos o vainas son ramificados, verdes, suculentos, con tres bordes o superficies unidas por nudos rectos. Los bordes de las vainas presentan areolas, en las cuales se encuentran grupos de espinas de 2 a 4 mm, consideradas hojas modificadas.

**Flor.** - Presenta flores hermafroditas, grandes (15-30 cm de largo), tubulares y de color blanco, amarillento o rosado. De la sección inferior de la flor nacen segmentos lanceolados de color crema. Sus flores abren en la noche, orientadas hacia la luz de la luna. Se llegan a dar de 5 a 6 ciclos de floración, donde en una misma planta pueden coincidir varios estadios fenológicos; varias de las especies requieren de la polinización cruzada, aunque pueden autofecundarse.

**Fruto.** - Se trata de una baya con forma oval, de unos 6-12 cm de diámetro y de color rojo o amarillo. La pulpa del fruto varía en su color dependiendo de la variedad puede ser translúcida, conteniendo en su interior numerosas semillas negras, pulpa roja o rosa con semillas negras, pulpa blanca con cascara amarilla y pulpa traslúcida con cascara verde entre otras variaciones.

**Propagación.** - La más usual es mediante propagación vegetativa por medio de estacas. La propagación por semillas no es aconsejable, ya que es un proceso muy lento, pudiendo transcurrir para ser una planta productiva, al menos siete años.

La propagación por esquejes se basa en generar tallos de hasta 30 cm de longitud de plantas “madre” las cuales deben de tener por lo menos dos años en producción. Seguidamente, se deben dejar cicatrizar durante tres a siete días a la sombra. La siembra se realiza en bolsas para vivero de 20 x 30 cm. Antes se realizará la desinfección de las vainas con fungicidas y bactericidas además el sustrato empleado deberá tener una buena capacidad de drenaje y ser rico en materia orgánica. Además, resulta importante inocularlo con micorrizas.

Los esquejes se deben colocar con la misma orientación que tenían en la planta madre, cortando el extremo apical para interrumpir la dormancia y que la emisión de brotes sea más rápida. Los riegos deben ser constantes y se le debe dar manejo en cuestión de eliminación de malezas. En estas condiciones, el material vegetal debe permanecer unos 30 días antes del trasplante definitivo.

**Preparación de suelo.** - La preparación del suelo debe realizarse al menos un mes antes de la siembra, lo anterior con el objetivo de que la tierra esté aireada y tenga un buen drenaje. Se recomienda un análisis de suelo para realizar las correcciones y cambios necesarios.

**Plantación.** - La plantación de pitahaya, previamente enraizada, se lleva a cabo al final de la época seca, esto con el fin de tener riego abundante tanto antes de la siembra y después de esta, así como poder incorporar materia orgánica (hojarasca, aserrín, etc.) para evitar altas temperaturas y reducir las pérdidas de humedad.

Durante la colocación de los esquejes enraizados, se debe retirar la bolsa de plástico sin dañar raíces, es conveniente realizar un aporcado de tierra alrededor de las plantas.

**Tutorado.** - Esta labor se lleva a cabo al inicio de la plantación y existen dos tipos de tutores:

- ✓ Vivos: Deben ser árboles de rápido crecimiento, con raíces y corteza de buen tamaño, resistentes a plagas y enfermedades. Este tipo de tutor tiene la ventaja de darle a la pitahaya la sombra que necesita. En cualquier caso, conviene podarlas con frecuencia para evitar que los brotes compitan por la luz solar. Algunas de las plantas más comunes son: Blackwood (*Gliricidia sepium*), Helequeme (*Erithrina poeppigiana*) y Chilamate (*Ficus alobata*).
- ✓ Inertes: Estos son elaborados principalmente con materiales como concreto y madera ya que deben ser altamente resistentes para soportar el peso de la planta.

Los sistemas de tutorado a utilizar son los siguientes:

- ✓ Sistema tradicional: consiste en la colocación de un tutor junto a la planta. El tutor debe ser de al menos 2 m de altura con un diámetro mínimo de 10 cm ya que con ello sabemos que es capaz de soportar el peso de la planta.
- ✓ Sistema de espaldera el "T": las ramas productivas cuelgan sobre los pasillos buscando facilitar la cosecha del fruto. Consiste en colocar una serie de postes de concreto de 2 m de alto y en forma de "T" sobre un eje principal. La distancia entre postes es de 3x4 m, para plantaciones normales, colocando en cada extremo de alambre galvanizado cubierto de una manguera.

**Podá.** - Puesto que la planta crece rápido, forma una masa densa de tallos. Por lo anterior, esta actividad es una labor importante para mantener la plantación en buenas condiciones. Existen varios tipos de poda:

- ✓ Poda de formación: Esta poda se realiza desde el inicio de la plantación, se trata de retirar todos los brotes y dejar una o dos vainas hasta llegar al extremo del soporte. Se deben quitar los tallos laterales. Cuando se alcanza la parte superior, se debe afilar la planta, permitiendo que las vainas laterales se desarrollen a partir de las puntas.
- ✓ Poda de limpieza: consiste en eliminar vainas que están afectadas por plagas o enfermedades. El corte se debe realizar en la zona del entrenudo (el material dañado por enfermedad debe eliminarse por fuego o enterrarse).
- ✓ Poda de producción: se realiza a partir del año tres de la plantación. Consiste en eliminar vainas improductivas situadas de la sección inferior del tallo principal para buscar la aireación, permitir una exposición mayor a la luz, descansar a la planta por el peso excesivo y disminuir humedad.

**Polinización.** - Existen variedades de pitaya autocompatibles como autoincompatibles; se ha demostrado que realizar una polinización cruzada manual aporta a una producción mayor y también incide en la calidad.

La polinización cruzada debe realizarse antes de la apertura de la flor. Consiste en cubrir el estigma de una flor con el polen de otra flor diferente preferentemente de otra especie. La técnica se realiza con el uso de un pincel, el polen puede almacenarse hasta 9 meses a una temperatura de -18°C.

**Fertilización.** – Antes de cualquier tipo de fertilización, se recomienda realizar un análisis de suelo, la pitaya es una planta demandante en potasio y nitrógeno. La aplicación del fertilizante se realiza en zanjas circulares alrededor de la planta generalmente a base de compostas y apoyo de productos foliares.

Durante el verano, es necesario realizar aplicaciones foliares de algunos fertilizantes, ya que impactaran en las etapas de floración y la fructificación. En la Figura 8, se esquematizan las etapas antes descritas para facilitar la comprensión de lo mencionado.



Figura 8. Etapas productivas del cultivo de pitahaya. Fuente: Elaboración Propia.

Con base en la necesidad de la adopción de innovaciones como un aspecto fundamental para poder proveer de servicios de asesoría técnica a los pequeños y nuevos pequeños productores, el poder incentivar dicha adopción deberá ser visto como uno de los puntos focales para la empresa. Como alternativa se estará contemplando el establecimiento de parcelas escuelas que estarán diseñadas para las condiciones ambientales que se distribuyen en toda la zona geográfica. Esta idea parte de la premisa de que, al poder observar los resultados obtenidos, el productor se verá motivado a invertir en las nuevas tecnologías que serán proporcionadas principalmente por la empresa en colaboración con empresas dedicadas al establecimiento de estas.

Dado esto, se propone evaluar la viabilidad de tres modelos productivos diferentes que se ubicaran en las áreas climáticas que se han diferenciado en el estado de Guanajuato basándonos también, en las superficies promedio que se manejan por los productores entrevistados en el estado de Puebla, y en los

requerimientos edafoclimáticos del cultivo (radiación, humedad, suelos, entre otros).

El primer módulo que se ubicará en la zona sur del estado y que comprende 2,500 m<sup>2</sup> de cobertura sin necesidad de estructura de protección dada la baja concentración de rayos solares que se detectan para la zona. Será suficiente poder aplicar capas de cal para que estas actúen como protector solar en las épocas de abril a junio.

El módulo dos se ubicará en las zonas de la parte norte del estado con una superficie de 2,500 m<sup>2</sup> y una estructura de protección a base de malla sombra al 30% en atención a la sensibilidad que tiene el cultivo a la radiación que se recibe en esta zona y la baja humedad relativa. La malla sombra actúa como capa de protección que brinda la cobertura suficiente para que los rayos del sol no quemem el tejido vegetal y se logre un desarrollo del cultivo adecuado. El módulo 3 se ubicará en la zona sur donde no se requiere el apoyo de la malla sombra. Se estará contemplando una cobertura de 5,000 m<sup>2</sup> sin estructura de protección, pero con el establecimiento de tres a cuatro variedades diferentes de pitahaya con la finalidad de conseguir diferenciación de precio en el mercado. Las labores culturales para este módulo no serán distintas a las de los demás módulos, solo se deberá contemplar la mano de obra que se incrementará para poder llevar a cabo todas las labores necesarias para la cantidad de planta a cultivar. A continuación, se coloca el Cuadro 3, donde se realiza un resumen de los módulos que se evaluarán.

Cuadro 3. Módulos por evaluar para la producción de pitahaya en el estado de Guanajuato.

<b>Modulo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Característica Diferenciadora</b>
<b>1</b>	2, 500	Ubicada en la zona sureste-oeste del estado sin estructura de protección de cultivos.
<b>2</b>	2,500	Ubicada en la zona norte del estado, con estructura de protección de cultivos.
<b>3</b>	5, 000	Ubicada en la zona sureste-oeste del estado sin estructura de protección de cultivos, implementando 4 variedades diferentes.

Fuente: Elaboración Propia

## **4.5 Evaluación financiera de cada módulo de producción**

### **4.5.1 Módulo 1**

#### **4.5.1.1 Presupuesto de inversión**

Una vez determinadas las características de los modelos que se impulsarán en el estado, es importante poder compartir cual es la viabilidad de estos módulos tanto técnica como financieramente. Por lo anterior, en esta sección analizaremos cuales son los parámetros financieros que resultan de cada una de las propuestas a establecer como parcelas escuela.

El módulo uno comprende una superficie cultivada de 2,500 m<sup>2</sup> sin el uso de estructura de protección de cultivos (malla sombra). No obstante, se requiere una inversión para preparación de terreno e infraestructura que comprende los temas de acondicionamiento del suelo e instalación de sistema de tutoreo y sistema de riego. Estos elementos son indispensables para poder establecer la plantación de forma adecuada. Previo al establecimiento, también se contempla la adquisición del material vegetativo que deberá estar ya en condiciones de vivero durante el tiempo en que se esté trabajando sobre el terreno e instalación, estos

conceptos estarán construyendo la inversión fija que necesitara el proyecto por un monto aproximado de \$219,000.00 para el cual se tendrá contemplado un 70 % del monto con crédito refaccionario y un 30 % con aportación de recursos propios (Cuadro 4).

La inversión diferida contempla el manejo del cultivo necesario en el periodo de juvenilidad de la planta que se desarrolla a través de 16 meses aproximadamente. Los conceptos contemplados engloban ya actividades de poda, tutorio, polinización manual, tapado de fruto, nutrición manejo de plagas y enfermedades, así como temas de gastos preoperativos e intereses que contemplan ya el préstamo que se ha solicitado para la inversión fija. Esta inversión se cubrirá al 100 % con aportación de recursos propios ya que el monto no es muy alto y está distribuido a lo largo de los 16 meses de preoperatividad.

Ya transcurrido el tiempo de preoperatividad, se proyecta un monto de \$190,000.00 para capital de trabajo en el primer ciclo de producción para el cual se contempla un crédito de avío correspondiente al 39.47% de la moto total y el resto será con aportación de recursos propios. En total, se tendrá un requerimiento de inversión de \$727,101.00 desde establecimiento hasta primera cosecha.

Cuadro 4. Presupuesto de inversión del módulo 1.

CONCEPTO	MONTO	FINANCIAMIENTO		
		Crédito Refaccionario	Crédito de Avío	Recursos Propios
Inversión Fija	\$ 219,000	\$ 153,300	\$ -	\$ 65,700
Preparación de terreno e infraestructura	\$ 170,000	\$ 119,000		\$ 51,000
Compra de material vegetativo	\$ 49,000	\$ 34,300		\$ 14,700
Inversión diferida	\$ 395,313	\$ 395,313	\$ -	\$ -
Manejo del cultivo	\$ 192,000	\$ 192,000		\$ -
Plagas y enfermedades	\$ 6,960	\$ 6,960		\$ -
Gastos de constitución	\$ 40,000	\$ 40,000		\$ -
Seguros y fletes	\$ 17,250	\$ 17,250		\$ -
Gastos preoperativos	\$ 61,891	\$ 61,891		\$ -
Intereses preoperativos	\$ 77,212	\$ 77,212		
Capital de trabajo	\$ 190,000		\$ 75,000	\$ 115,000
Inversión Total	\$ 727,101			

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1.2 Proyección de ingresos y egresos

Tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, y de acuerdo con todos los montos de ingresos y egresos, podemos establecer que a partir de la primera cosecha se deberá asegurar la venta del 73 % de la producción para llegar al punto de equilibrio de los costos de este primer año (Cuadro 5). Durante los años 2, 3, y 4 de producción se observa una tendencia a la baja de este punto de equilibrio colocándose en el 57% 55% y 38% para cada año correspondientemente. Es a partir del quinto año donde se estabiliza el punto de equilibrio comprometiendo la venta del producto solo al 19% de la producción para llegar al punto de equilibrio que asegura el retorno de los costos totales del ciclo.

Cuadro 5. Proyección de ingresos y egresos del módulo 1.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 10
% de la Capacidad	70%	80%	90%	100%	100%
Producción de fruto (t ha <sup>-1</sup> )	19	22	24	27	27
<b>1. Ingreso</b>	<b>\$850,500</b>	<b>\$972,000</b>	<b>\$1,093,500</b>	<b>\$1,215,000</b>	<b>\$1,215,000</b>
Venta de fruto	\$850,500	\$972,000	\$1,093,500	\$1,215,000	\$1,215,000
<b>2. Costos Totales</b>	<b>\$491,720</b>	<b>\$561,966</b>	<b>\$632,211</b>	<b>\$702,457</b>	<b>\$702,457</b>
<b>2a. Costos variables</b>	<b>\$408,000</b>	<b>\$466,286</b>	<b>\$524,571</b>	<b>\$582,857</b>	<b>\$582,857</b>
Mano de obra	\$204,000	\$233,143	\$262,286	\$291,429	\$291,429
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143
<b>2b. Costos Fijos</b>	<b>\$83,720</b>	<b>\$95,680</b>	<b>\$107,640</b>	<b>\$119,600</b>	<b>\$119,600</b>
Plagas y enfermedades	\$3,120	\$3,566	\$4,011	\$4,457	\$4,457
Agua	\$400	\$457	\$514	\$571	\$571
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143
Otros	\$5,200	\$5,943	\$6,686	\$7,429	\$7,429
<b>Utilidad de operación</b>	<b>\$358,780</b>	<b>\$410,034</b>	<b>\$461,289</b>	<b>\$512,543</b>	<b>\$512,543</b>
Gastos financieros	\$87,569	\$59,549	\$27,478	\$7,539	\$0
Depreciaciones	\$56,613	\$56,613	\$56,613	\$56,613	\$56,613
Utilidad gravable	\$214,598	\$293,872	\$377,197	\$448,391	\$455,930
ISR y PTU	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad del proyecto	\$358,780	\$410,034	\$461,289	\$512,543	\$512,543
Amortizaciones	\$239,187	\$273,356	\$210,667	\$7,539	\$0
Capacidad de pago real	1.5	1.5	2.2	68.0	
<b>Utilidad de la empresa</b>	<b>\$119,593</b>	<b>\$136,678</b>	<b>\$250,622</b>	<b>\$505,004</b>	<b>\$512,543</b>
<b>Punto de equilibrio (%)</b>	<b>73%</b>	<b>73%</b>	<b>56%</b>	<b>20%</b>	<b>19%</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.1.3 Evaluación de riesgos

Los precios de venta proyectados sugieren el precio del producto más bajo (\$45.00 por kilo) que se ha llegado a registrar en campo de acuerdo de acuerdo con la colecta de información en campo, a través de intermediarios. Sin embargo, el incremento de superficie de producción y por ende el incremento de oferta del producto podría llegar a presentarse como un alto riesgo para la producción, generando inestabilidad de los precios de venta. De acuerdo con el análisis de

riegos (Cuadro 6), con este módulo tenemos una apertura de movimiento de precio de venta hasta los \$33.00 por kilo, mismo que nos dará valores superiores a cero para el valor interno neto (VAN) tanto de la empresa como del proyecto, una tasa interna de retorno (TIR) del 2.0 % y 7.0 % respectivamente una relación beneficio costo superior a 1.0 permitiéndonos así recuperar la inversión y tener rentabilidad.

Cuadro 6. Evaluación de riesgo a razón de precio para el módulo 1.

\$/t		33,000	25,000
<b>VAN Empresa</b>	\$1,933,827	\$257,599	-\$859,887
<b>TIR Empresa</b>	134%	20%	-17%
<b>R B/C Empresa</b>	6.51	1.73	-1.45
<b>VAN Proyecto</b>	\$1,968,951	\$310,242	-\$795,564
<b>TIR del Proyecto</b>	55%	18%	-12%
<b>R B/C Proyecto</b>	3.27	1.36	0.08

Fuente: Elaboración Propia

## 4.5.2 Módulo 2

### 4.5.2.1 Presupuesto de inversión

El módulo dos comprende una superficie cultivada de 2,500 m<sup>2</sup> con el uso de estructura de protección de cultivos para obtener los beneficios de una malla sombra que proporcione un 30% de sombra para el cultivo. Para este proyecto se requiere una inversión superior que se suma a la necesaria para la preparación de terreno e infraestructura donde, al igual que el módulo anterior, se comprenden los temas de acondicionamiento del suelo e instalación de sistema de tutoreo y sistema de riego. La adquisición del material vegetativo será por \$49,000.00 para la misma superficie. Es importante adquirir el material vegetal antes de la construcción de la infraestructura para someterlas proceso de vivero para la generación adecuada del área radicular. Estos conceptos constituyen a

la inversión fija que necesitará el proyecto por un monto aproximado de \$609,000.00 para el cual se tendrá contemplado un 70 % del monto con crédito refaccionario y un 30 % con aportación de recursos propios (Cuadro 7).

El monto de la inversión diferida está destinado principalmente al manejo del cultivo en el periodo de juvenilidad de la planta (16 meses) es de \$452,264.00, con los cuales se atenderán las mismas actividades que en el modelo 1. La inversión diferida se realizará mediante aportación al 100 % de recursos propios.

El monto necesario para de capital de trabajo es de (\$190,000.00) para el primer ciclo de producción. Se solicitará de igual forma un crédito de avío correspondiente al (39.47 %) del monto total de capital de trabajo. El 60 % restante será cubierto con aportación de recursos propios. El total de la inversión será de (\$1,251,264.00) desde establecimiento hasta primera cosecha.

Cuadro 7. Presupuesto de inversión del módulo 2.

CONCEPTO	MONTO	FINANCIAMIENTO		
		Crédito Refaccionario	Crédito de Avío	Recursos Propios
<b>a) Inversión Fija</b>	<b>\$609,000.00</b>	<b>\$ 426,300.00</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$182,700.00</b>
Preparación de terreno e infraestructura	\$560,000.00	\$ 392,000.00		\$168,000.00
Compra de material vegetativo	\$ 49,000.00	\$ 34,300.00		\$ 14,700.00
<b>b) Inversión diferida</b>	<b>\$452,264.00</b>	<b>\$ 452,264.00</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
Manejo del cultivo	\$192,000.00	\$ 192,000.00		\$ -
Plagas y enfermedades	\$ 6,960.00	\$ 6,960.00		\$ -
Gastos de constitución	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00		\$ -
Seguros y fletes	\$ 17,250.00	\$ 17,250.00		\$ -
Gastos preoperativos	\$ 61,891.00	\$ 61,891.00		\$ -
Intereses preoperativos	\$134,163.00	\$ 134,163.00		
c) Capital de trabajo	<b>\$190,000.00</b>		\$75,000.00	\$115,000.00
<b>Inversión Total</b>	<b>1,251,264</b>			

#### 4.5.2.2 Proyección de ingresos y egresos

En este módulo los montos de ingresos y egresos indican que a durante los primeros 4 años de cosecha la cantidad mínima de venta corresponderá a un 73 % de la producción total con la finalidad de llegar al punto de equilibrio en los costos productivos de cada año (Cuadro 8). A partir del año 5 el punto de equilibrio se alcanza con una venta del 43 % y a partir del 6 año en adelante este se reduce a un 19 % para recuperar los costos adquiridos.

Cuadro 8. Proyección de ingresos y egresos del módulo 2.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10
% de la Capacidad	70%	80%	90%	100%	100%	100%
Producción de fruto	19	22	24	27	27	27
<b>1. Ingreso (\$)</b>	\$850,500	\$972,000	\$1,093,500	\$1,215,000	\$1,215,000	\$1,215,000
Venta de fruto	\$850,500	\$972,000	\$1,093,500	\$1,215,000	\$1,215,000	\$1,215,000
<b>2. Costos Totales (\$)</b>	\$491,720	\$561,966	\$632,211	\$702,457	\$702,457	\$702,457
<b>2a. Costos variables</b>	\$408,000	\$466,286	\$524,571	\$582,857	\$582,857	\$582,857
Mano de obra	\$204,000	\$233,143	\$262,286	\$291,429	\$291,429	\$291,429
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143	\$107,143
<b>2b. Costos Fijos</b>	<b>\$83,720</b>	<b>\$95,680</b>	<b>\$107,640</b>	<b>\$119,600</b>	<b>\$119,600</b>	<b>\$119,600</b>
Plagas y enfermedades	\$3,120	\$3,566	\$4,011	\$4,457	\$4,457	\$4,457
Agua	\$400	\$457	\$514	\$571	\$571	\$571
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143	\$107,143
Otros	\$5,200	\$5,943	\$6,686	\$7,429	\$7,429	\$7,429
<b>Utilidad de operación</b>	<b>\$358,780</b>	<b>\$410,034</b>	<b>\$461,289</b>	<b>\$512,543</b>	<b>\$512,543</b>	<b>\$512,543</b>
Gastos financieros	\$137,048	\$116,464	\$92,930	\$68,259	\$19,725	\$0
Depreciaciones	\$134,613	\$134,613	\$134,613	\$134,613	\$134,613	\$134,613
Utilidad gravable	\$87,119	\$158,957	\$233,746	\$309,671	\$358,205	\$377,930
ISR y PTU	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad del proyecto	\$358,780	\$410,034	\$461,289	\$512,543	\$512,543	\$512,543
Amortizaciones	\$239,187	\$273,356	\$307,526	\$341,695	\$151,226	\$0
Capacidad de pago real	1.5	1.5	1.5	1.5	\$3	
<b>Utilidad de la empresa</b>	<b>\$119,593</b>	<b>\$136,678</b>	<b>\$153,763</b>	<b>\$170,848</b>	<b>\$361,317</b>	<b>\$512,543</b>
<b>Punto de equilibrio (%)</b>	<b>73%</b>	<b>73%</b>	<b>73%</b>	<b>73%</b>	<b>43%</b>	<b>19%</b>

### 4.5.2.3 Evaluación de riesgos

De acuerdo con el análisis de riesgos (Cuadro 9), con este módulo tenemos una apertura de movimiento de precio de venta hasta los \$36.00 por kilo, mismo que nos dará valores superiores a 0 para la VAN tanto de la empresa como del proyecto, una TIR del 12 % respectivamente con una relación beneficio costo superior a 1 permitiéndonos así recuperar la inversión y tener rentabilidad. Por otro lado, el costo de \$35.00 deja a la empresa con cifras inferiores a 0 en los valores de VAN indicador que no desecha la viabilidad del proyecto; sin embargo, se deberá evaluar detenidamente si se toma el riesgo en caso de llegar a este precio. Por su parte, el proyecto sigue obteniendo valores favorables con un 12 % de tasa interna de retorno y un valor veneficio costo de 1.09.

Cuadro 9. Evaluación de riesgos con relación al precio del módulo 2  
(\$43,000.00 y \$35,000.00).

\$/t		43,000	35,000
VAN Empresa	\$1,426,733	\$1,140,069	-\$6,589
TIR Empresa	59%	49%	10%
R B/C Empresa	3.11	2.68	0.99
VAN Proyecto	\$1,520,906	\$1,244,454	\$138,648
TIR del Proyecto	33%	29%	12%
R B/C Proyecto	2.02	1.83	1.09

Fuente: Elaboración Propia

### 4.5.3 Módulo 3

#### 4.5.3.1 Presupuesto de inversión

Para este módulo se propone una superficie cultivada de 5,000 m<sup>2</sup>. El proyecto se propone para ser instalado en la zona suroeste - este del estado, por lo tanto, no es necesaria la implementación de una estructura de protección de cultivos.

La inversión se verá incrementada por la necesidad de preparación de terreno e infraestructura en una superficie mayor. La necesidad del material vegetativo será superior y diferenciado en cuatro variedades diferentes con la finalidad de establecer una densidad de plantación suficiente para ofertar volúmenes de producción atractivos que intensifiquen el valor del producto y se vea reflejado en la diferenciación de los precios manejados. Los conceptos que constituyen a la inversión fija que necesitará el proyecto asciende a un monto aproximado de \$491,200.00 para el cual se tendrá contemplado un 70 % del monto con crédito refaccionario y un 30 % con aportación de recursos propios (Cuadro 10).

El monto de la inversión diferida destinado al manejo del cultivo en el periodo de juvenilidad de la planta es de \$749,867.00, considerando los conceptos de actividades de poda, tutorio, polinización manual, tapado de fruto, nutrición manejo de plagas y enfermedades, gastos preoperativos, e intereses. La inversión diferida se realizará mediante aportación al 100 % de recursos propios.

En este caso, el monto necesario para capital de trabajo es de \$405,000.00 para el primer ciclo de producción y el monto del crédito de avío correspondiente será del 49.38 % del monto total de capital de trabajo. El 50 % restante será cubierto con aportación de recursos propios. El total de la inversión será de \$1,649,067.00 desde establecimiento hasta primera cosecha.

Cuadro 10. Presupuesto de inversión del módulo 3.

CONCEPTO	MONTO	FINANCIAMIENTO		
		Crédito Refaccionario	Crédito de Avío	Recursos Propios
<b>a) Inversión Fija</b>	<b>\$ 491,200</b>	<b>\$ 343,840</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 147,360</b>
Preparación de terreno e infraestructura	\$ 396,200	\$ 277,340		\$ 118,860
Compra de material vegetativo	\$ 95,000	\$ 66,500		\$ 28,500
<b>b) Inversión diferida</b>	<b>\$ 749,867</b>	<b>\$ 749,867</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
Manejo del cultivo	\$ 452,400	\$ 452,400		\$ -
Plagas y enfermedades	\$ 10,000	\$ 10,000		\$ -
Gastos de constitución	\$ 40,000	\$ 40,000		\$ -
Seguros y fletes	\$ 36,000	\$ 36,000		\$ -
Gastos preoperativos	\$ 61,891	\$ 61,891		\$ -
Intereses preoperativos	\$ 149,576	\$ 149,576		
<b>c) Capital de trabajo</b>	<b>\$ 405,000</b>		<b>\$ 200,000</b>	<b>\$ 205,000</b>
<b>Inversión Total</b>	<b>\$ 1,646,067</b>			

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5.3.2 Proyección de ingresos y egresos

Los montos de ingresos y egresos determinan que se deberá asegurar la venta del 70 % de la producción para llegar al punto de equilibrio del primer año (Cuadro 11). El año dos, baja (51 %) y en el año tres incrementa al 57 % derivado de los intereses de los créditos a pagar. La tendencia se comporta a la baja con un 11 % en el año cuatro y se estabiliza a partir del año cinco de producción con un 10 % de ventas para el punto de equilibrio.

Cuadro 11. Proyección de Ingresos y egresos del módulo 3.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 10
% de la Capacidad	70%	80%	90%	100%	100%
Producción de fruto	28	32	36	40	40
<b>1. Ingreso (\$)</b>	\$1,274,175	\$1,456,200	\$1,638,225	\$1,820,250	\$1,820,250
Venta de fruto	\$1,274,175	\$1,456,200	\$1,638,225	\$1,820,250	\$1,820,250
<b>2. Costos Totales (\$)</b>	\$491,720	\$561,966	\$632,211	\$702,457	\$702,457
<b>2a. Costos variables</b>	\$408,000	\$466,286	\$524,571	\$582,857	\$582,857
Mano de obra	\$204,000	\$233,143	\$262,286	\$291,429	\$291,429
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143
<b>2b. Costos Fijos</b>	<b>\$83,720</b>	<b>\$95,680</b>	<b>\$107,640</b>	<b>\$119,600</b>	<b>\$119,600</b>
Plagas y enfermedades	\$3,120	\$3,566	\$4,011	\$4,457	\$4,457
Agua	\$400	\$457	\$514	\$571	\$571
Cosecha y postcosecha	\$75,000	\$85,714	\$96,429	\$107,143	\$107,143
Otros	\$5,200	\$5,943	\$6,686	\$7,429	\$7,429
<b>Utilidad de operación</b>	<b>\$782,455</b>	<b>\$894,234</b>	<b>\$1,006,014</b>	<b>\$1,117,793</b>	<b>\$1,117,793</b>
Gastos financieros	\$176,033	\$112,216	\$39,624	\$17,110	\$0
Depreciaciones	\$101,853	\$101,853	\$101,853	\$101,853	\$101,853
Utilidad gravable	\$504,569	\$680,166	\$864,536	\$998,830	\$1,015,940
ISR y PTU	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad del proyecto	\$782,455	\$894,234	\$1,006,014	\$1,117,793	\$1,117,793
Amortizaciones	\$521,637	\$596,156	\$303,787	\$17,110	\$0
Capacidad de pago real	1.5	1.5	3.3	65.3	
<b>Utilidad de la empresa</b>	<b>\$260,818</b>	<b>\$298,078</b>	<b>\$702,226</b>	<b>\$1,100,683</b>	<b>\$1,117,793</b>
<b>Punto de equilibrio (%)</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>37%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.3.3 Evaluación de riesgos

Este módulo da una apertura de variación de precio de venta hasta los \$27.00 por kilo. El Cuadro 12 muestra valores superiores a cero para la VAN tanto de la empresa como del proyecto, una TIR del 11% y 12% respectivamente con una relación beneficio costo superior a 1.0 permitiendo recuperar la inversión. Bajar precio hasta \$25.00 deja a la empresa y al proyecto con cifras inferiores a 0 en

los valores de VAN indicador que no desecha la viabilidad del proyecto; sin embargo, se deberá evaluar detenidamente si se toma el riesgo.

Cuadro 12. Evaluación de riesgos con relación al precio del módulo 3.

\$/t		25,000	24,000
<b>VAN Empresa</b>	\$4,278,610	\$93,213	-\$116,057
<b>TIR Empresa</b>	140%	12%	8%
<b>R B/C Empresa</b>	6.53	1.12	0.85
<b>VAN Proyecto</b>	\$4,343,598	\$201,945	-\$5,137
<b>TIR del Proyecto</b>	59%	12%	10%
<b>R B/C Proyecto</b>	3.41	1.11	1

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6 Comparación de indicadores de rentabilidad de los módulos

De acuerdo con lo analizado en los resultados para cada uno de los módulos, se puede inferir que todos son recomendables para su establecimiento, e incluso tenemos margen de movimiento de precios para poder atender a nivel comercial la amenaza latente de saturación de mercados.

No obstante, es recomendable poder confirmar esta inferencia con base en los indicadores de rentabilidad que tenemos para cada módulo.

De acuerdo con los indicadores obtenidos, se puede identificar que el módulo uno tiene una tasa interna de retorno muy atractiva con un 134 % para la empresa y un 55% como proyecto con valores de relación beneficio costo de 6.51 y 3.27 de respectivamente (Cuadro 13). En comparación con este, el módulo dos que es donde estamos trabajando con estructura de protección, resulta con valores inferiores a los del módulo uno pero que siguen siendo atractivos para los productores con tasas internas de retorno correspondientes a 59 % para la empresa y 33 % para el proyecto y relación beneficio costo de 3.11 y 2.02

respectivamente. El caso del módulo tres resulta bastante interesante, ya que de acuerdo con los presupuestos de inversión tenemos inversiones similares a las del módulo dos, pero tasas internas de retorno similares e incluso superiores a las del módulo uno (TIR= 140% Y 59%; B/C= 6.53 Y 3.4).

Este análisis indica que los tres módulos son viables para su establecimiento con indicadores deseables; sin embargo, el área de atención se verá centrada inicialmente en módulos de la parte sur por el menor requerimiento de inversión, dándole así mayor promoción al proyecto hasta llegar a alcances en la zona norte con estructura de protección. De igual forma será recomendable que los módulos se establezcan principalmente con materiales de alto valor diferencial en el mercado, buscando así que se llegue a los mercados selectos y poder incluso incrementar más estos indicadores de rentabilidad que se están trabajando.

Cuadro 13. Indicadores de rentabilidad de los tres módulos productivos.

INDICADOR	M1		M2		M3	
	EMPRESA	PROYECTO	EMPRESA	PROYECTO	EMPRESA	PROYECTO
<b>VAN</b>	\$1,933,826	\$1,968,951	\$1,426,733	\$1,520,905	\$4,278,609	\$4,343,598
<b>TIR</b>	134%	55%	59%	33%	140%	59%
<b>Relación B/C</b>	6.51	3.27	3.11	2.02	6.53	3.4

Fuente: Elaboración propia.

## **5. CONCLUSIONES**

Los tres módulos propuestos, son viables técnica y económicamente para su implementación en las diferentes regiones del estado de Guanajuato de acuerdo con lo recomendado para cada uno de ellos.

Las limitantes del cultivo para el estado de Guanajuato, de acuerdo con sus condiciones climáticas, se basa en el impacto de la radiación solar sobre el desarrollo de la planta.

La alternativa para este problema es el uso de malla sobra, sin embargo, el uso de esta deberá evaluarse de acuerdo con las necesidades de la zona donde se implementará.

El uso eficiente de prácticas de nutrición, implementación adecuada de tutores y el cultivo de variedades diversas, favorecen al incremento del rendimiento del cultivo.

Los tres modelos propuestos en este análisis se adaptan adecuadamente a los diferentes climas prevalecientes en el estado de Guanajuato con indicadores de rentabilidad atractivos para los productores.

## 6. LITERATURA CITADA

ASERCA. (2000). Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Revista Claridades Agropecuarias. 82, junio de 2000.

Baca-Urbina, G. (2013). Evaluación De Proyectos. Mc Graw Hill 7 Ed. ISBN:9786071509222. Disponible en: <https://econforesyproyec.files.wordpress.com/2014/11/evaluacion-de-proyectos-gabriel-baca-urbina-corregido.pdf>. Consultado el 8 de abril de 2022.

Bonilla, R., Novo, E., Martínez, M. M., Galvis, A., Venegas, N., Parra, D. & Douglas, O. (2000). Generación de tecnologías para la utilización de la fijación no simbiótica de nitrógeno como alternativa de fertilización. Corpoica Regional tres, Boletín de investigación No. 5 Valledupar. Colombia. 40 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2159>. Consultado el 13 de mayo de 2022.

Carrillo, R. J. C. (2005). Relación agua-suelo-planta-clima. Fundamentos básicos para la planificación del riego. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Núm. 23. Oaxaca, Oaxaca.

Castillo, M. R., Calix, H., & Rodríguez, C. A. (1996). Guía técnica para el cultivo de pitahaya. Universidad de Quintana Roo, INIFAP y Universidad Autónoma Chapingo. Chetumal, México, 158.

Castillo, M. R., Rivera, M. M., y Márquez, G. J. (2005) Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Agrociencia 39:183-194. Disponible en: <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/381>. Consultado el 11 de agosto de 2022.

Castillo-Martínez R. (2002). Caracterización morfológica, reproductora y fisiológica de genotipos de *Hylocereus undatus* (Cactaceae) de la península de Yucatán. Tesis de doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 93 pp. Disponible en: [https://repositorio.unam.mx/contenidos/caracterizacion-morfologia-reproductora-y-fisiologica-de-genotipos-de-hylocereus-undatus-cactacea-de-la-peninsula-83552?c=r6YOkp&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/caracterizacion-morfologia-reproductora-y-fisiologica-de-genotipos-de-hylocereus-undatus-cactacea-de-la-peninsula-83552?c=r6YOkp&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0). Consultado el 19 de mayo de 2022.

Chien, Y., & Chang, J. (2019). Net Houses Effects on Microclimate, Production, and Plant Protection of White-fleshed Pitaya. *HortScience horts*, 54(4), 692-700. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13850-18>

Delgado, D. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de Pitahaya en la Parroquia Sangay, Cantón Palora, provincia de Morona Santiago y su comercialización en el distrito Metropolitano de Quito. Tesis de Titulación. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Ecuador. 138 pp. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9874>. Consultado el 19 de mayo de 2022.

Fine, C., Vardan, R., & Pethick, R. (2002). Rapid-Response Capability in Value-Chain Design. 43. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/247332981\\_Rapid-Response\\_Capability\\_in\\_Value-Chain\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/247332981_Rapid-Response_Capability_in_Value-Chain_Design). Consultado el 21 de noviembre de 2022.

FIRA. (2012). Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Disponible en: [https://www.fira.gob.mx/Nd/Informe\\_de\\_Actividades\\_2012.pdf](https://www.fira.gob.mx/Nd/Informe_de_Actividades_2012.pdf). Consultado el 14 julio de 2022.

Fratoni, M. M. J., Silva, K., & Moreira, A. (2019). NPK application in yellow pitaya seedlings grown on sand and organic compost. *Semina: Ciências Agrárias*, 40, 2179. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n5Supl1p2179>

Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>

Goodman, L. A. (1961) Snowball Sampling. *Annals of Mathematical Statistics*, 32, 148-170. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177705148>

Habid, M., Geraldo, A. & Aparecida, R. (2006). Enraizamiento de estacas de pitahaya vermelha en diferentes substratos. *Revista Caatinga* 19(1):61-64. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117486009.pdf>. Consultado el 11 de junio de 2022.

Hernández, M. (2020). Producción de Pitahaya en Nicaragua: Análisis de rentabilidad de la pitahaya ciclo 2017 – 2018 en las comunidades de San Ignacio, Palo Solo y Temua del Municipio de la Concepción. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Nicaragua. 74. Disponible en: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjqkoWouNT4AhWrKkQIHUW6ArUQFnoECBMQAQ&url=http%3A%2F%2Fdocplayer.es%2F205074243-Seminario-de-graduacion-para-optar-altitulo-de-licenciatura-en-economia-agricola-produccion-depitahaya-en-nicaragua.html&usg=AOvVaw3xst46TCvmuhR0-Kf4muKG>. Consultado el 19 septiembre de 2022.

ISHS. (2023). International Society for Horticultural Science. Disponible en: <https://www.ishs.org/system/files/chronica-documents/ch6301.pdf>. Consultada el 13 de julio de 2022.

INIFAP. (2023). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Disponible en: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/pitahaya-cultivo-no-tradicional-con-alta-demanda-en-el-mundo>. Consultado el 06 de septiembre de 2023.

Jácome-Pilco, C., Ledesma-García, F., Vega-Cevallos, T., & Iza-Iza, S. (2023). Potencial uso de la pitahaya (*Hylocerus undatus*) en la industrialización: Caracterización, Actividad antioxidante, beneficios para la salud. 593 Digital Publisher CEIT, 8(3), 98–109. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1693>

Juárez-Cruz, A., Livera-Muñoz, M., Sosa-Montes, E., Goytia-Jiménez. M. A., González-Hernández, V.A. y Bárcena-Gama. R. (2012). Composición química de tallos inmaduros de *Acanthocereus* spp. e *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 35, no. 2, 2012, pp. 171 –175, ISSN 0187-7380. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61023300009.pdf>. Consultado el 23 de noviembre de 2022.

Lara-Vázquez, C. y Osterwalder, A. (2014). *Generación de modelos de negocio*. Deusto México.

León, A. O. (2003). Cosecha y postcosecha de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) en Guatemala. *Pitahaya (Stencereus) y Pitahaya (Hylocereus i Selenicereus)*. Seminario Internacional. pp. 77-87.

Lobo R., Tanizaki G., & de Soto, J. F. (2016). Pitahaya (Dragon fruit). *Register of new fruit and nut cultivars list 48*. *HortScience* 51, 641–643.

López, H., & Guido, A. (2002). *Cultivo de la pitahaya*. Guía Tecnológica 6. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), NIC. Disponible en:

[https://www.academia.edu/28213746/Gu%C3%ADa\\_Tecnol%C3%B3gica\\_6\\_Cultivo\\_de\\_la\\_Pitahaya](https://www.academia.edu/28213746/Gu%C3%ADa_Tecnol%C3%B3gica_6_Cultivo_de_la_Pitahaya). Consultado el 07 de abril de 2022.

Meráz-Alvarado, M. R., Gómez-Cruz, M. A., & Schwentesius-Rindermann, R. R. (2003). Pitahaya de México-Producción y Comercialización en el Contexto Internacional. In: Flores V., C. A. (ed.). Pitayas y Pitahayas. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. pp: 99-116. Disponible en: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/bitstreams/3b68b5de-3365-41dc-982a-f6cdc18d5d3c/download>. Consultado el 9 de julio de 2022.

Mizrahi, Y., Raveh, E., Yossov, E., Nerd, A., & Ben-Asher, J. (2007). New fruit crops with high water use efficiency. Issues in new crops and new uses. J. Janick and A. Whipkey (eds). ASHS Press, Alejandría. 216-222pp. Disponible en: [https://www.academia.edu/61740464/New\\_Fruit\\_Crops\\_With\\_High\\_Water\\_Use\\_Efficiency](https://www.academia.edu/61740464/New_Fruit_Crops_With_High_Water_Use_Efficiency). Consultado el 28 de septiembre de 2022.

Muñoz, M., & Santoyo, H. (2011). La Red de Valor - herramienta de análisis para la toma de decisiones de política pública y estrategia agroempresarial.

Muñoz, R. M., Aguilar, Á. J., Rendón, M. R., & Altamirano, C. J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. México. Disponible en: [https://ciestaam.edu.mx/material\\_de\\_divulgacion/analisis-la-dinamica-innovacion-en-cadenas-agroalimentarias/](https://ciestaam.edu.mx/material_de_divulgacion/analisis-la-dinamica-innovacion-en-cadenas-agroalimentarias/). Consultado el 13 de diciembre de 2022.

Mupambi, G., Anthony, B., Layne, D., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., & Kalcsits, L. (2018). The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.014>

Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R. A., & Mizrahi, Y. (2002). High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96, 343–350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6)

Nerd, A. & Mizrahi, Y. (1998). Fruit development and ripening in yellow pitaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science*.123:560–562. Disponible en: <https://journals.ashs.org/jashs/downloadpdf/journals/jashs/123/4/article-p560.xml>. Consultado el 13 de abril de 2022.

Ortiz-Hernández Y. D., Livera-Muñoz M., Carrillo-Salazar J. A., Valencia-Botín A. & Castillo-Martínez R. (2012). Agronomical, physiological, and cultural contributions of pitahaya (*Hylocereus* spp.) in Mexico. *Israel Journal of Plant Sciences* 60:359-370. DOI: 10.1560/IJPS.60.3.359

Ortiz-Hernández, Y. D. (2000). Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). IPN. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=geeArgEACAAJ>. Consultado el 13 de junio de 2023.

Ortiz-Hernández, Y. D., Livera, M., & Carrilo-Salazar, A. (1999). Asililación de CO<sub>2</sub> por la pitahaya *Hylocereus undatus* en condiciones de campo. *Agrociencia* 33:165-169. Disponible en: <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1595>. Consultado el 11 de enero de 2023.

Pissinatti, A., Moreira, A., & Santoro, P. (2018). Growing media for horticultural bedding plants yield under agriculture organic systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49, 1–11. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1474904>

Ramírez, F. (2007). Manual para la producción y paquete tecnológico de Pitahaya en el Estado de Puebla. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. México.

Reyes, N. (1995). El cultivo de pitahayas y sus perspectivas de desarrollo en México. Villahermosa, México: Gobierno del Estado de Tabasco.

Rodríguez-Canto, A. (1993). El cultivo de pitahaya en Yucatán. Maxcanu, México: Universidad Autónoma Chapingo y Gobierno del Estado de Yucatán.

Rodríguez-Canto, A. (1997). Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros. Maxcanú, Yucatán, Secretaría de Desarrollo Social y Universidad Autónoma Chapingo. México. 70 p.

Rodríguez-Canto, A. (2002). Pitahaya (*Hylocereus undatus*): producción y comercialización en México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=AcqBnQAACAAJ>. Consultado el 12 de febrero de 2023.

Romainville, M. (2021a). Cultivo espera expandirse pitahaya, un dragón asoma entre los campos del Perú. Revista Redagícola. Perú. (75): 70- 71, pp. Disponible en: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjb1K5i5PyAhUOVa0KHdOdCgMQFjABegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Fwww.redagricola.com%2Fpe%2Fassets%2Fuploads%2F2021%2F06%2Fraperu75.pdf&usg=AOvVaw3XAZQx1qX3VE3iK8JkvvXU>. Consultado el: 15 octubre 2023

Santacruz-Vázquez , C., Santacruz-Vázquez, V., & Huerta-Espinosa , V. M. (2009). Agro industrialización de la Pitaya. Habana: Universitaria. Disponible en: <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-la-habana/quimica/agroindustrializacion-de-pitaya-santacruz-vazquez-claudia/11512765>. Consultado el 13 de mayo de 2023.

SIACON. (2023). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>. Consultado el 11 de octubre de 2022.

USDA. (2023). United States Department of Agriculture. Disponible en: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Consultado el 12 de mayo de 2022.

Valdez-Cepeda, R. D. & Blanco-Macías F. (2002). Fertilización-Nutrición en Nopal. pp. 5-13. In: Troyo-Diéguez, E., B. Murillo-Amador (Editores). Actualización en el Manejo del Cultivo del Nopal. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. La Paz, B.C.S. México. 38 p.

Valdez-Cepeda, R. D., Blanco-Macías, F., Bernardo-Murillo, A., García-Hernández, J. L. & Magallanes-Quintanar, R. (2007). Fertilización-nutrición en nopal. 59-78 Pp. En: Arechiga-Flores, C. F., Aguilera-Soto, J. I., Urista-Torres, J, Valdez-Cepeda, R. D., Blanco-Macías, F., Reveles-Hernández, M. y Rubio Aguirre, F. A. (Eds.). El Nopal en la Producción Animal. Edit. UAZ. Zacatecas, Zac. México. 149 p.

Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>