



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA APLICACIÓN
DE BIOPELÍCULAS EN ARÁNDANO (*Vaccinium ashei reade*),
PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

PRESENTA:

ING. MERCED MORALES MORALES

DIRECTOR

M. A. MA. ELIZABETH MONTIEL HUERTA

CO-DIRECTOR

M. KATHY LAURA VARGAS MATAMOROS

APIZACO TLAX., AGOSTO DEL 2017.



"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Apizaco, Tlax., 03 de Agosto de 2017

No. OFICIO: DEPI/280/17

ASUNTO: Se Autoriza Impresión de Tesis de Grado.

LIC. MERCED MORALES MORALES,
CANDIDATA AL GRADO DE MAESTRA
EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
No. de Control: M15370020
P R E S E N T E.

Por este medio me permito informar a usted, que por aprobación de la Comisión Revisora asignada para valorar el trabajo, mediante la Opción: I Tesis de Grado por Proyecto de Investigación, de la Maestría en Ingeniería Administrativa, que presenta con el tema: "EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS EN ARÁNDANO (*Vaccinium ashei reade*) PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL" y conforme a lo establecido en el Procedimiento para la Obtención del Grado de Maestría en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo le emite la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar un ejemplar del mismo debidamente encuadernado y seis copias en CD en formato PDF, para presentar su Acto de Recepción Profesional a la brevedad.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
PENSAR PARA SERVIR, SERVIR PARA TRIUNFAR®

DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIO
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p.- Consecutivo.

JFCV/mebr



"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Apizaco, Tlax., **28 de junio de 2017**

ASUNTO: Aprobación del trabajo de Tesis de Maestría.

DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.
P R E S E N T E.

Por este medio se le informa a usted, que los integrantes de la **Comisión Revisora** para el trabajo de tesis de maestría que presenta la **LIC. MERCED MORALES MORALES**, con número de control **M15370020**, candidata al grado de **Maestra en Ingeniería Administrativa** y egresada del **Instituto Tecnológico de Apizaco**, cuyo tema es: **"EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS EN ARÁNDANO (*Vaccinium ashei* reade) PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL"**, fue:

A P R O B A D O

Lo anterior, al valorar el trabajo profesional presentado por el candidato y constatar que las observaciones que con anterioridad se le marcaron así como correcciones sugeridas para su mejora ya han sido realizadas.

Por lo que se avala se continúe con los trámites pertinentes para su titulación.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

LA COMISIÓN REVISORA



M.A. MA. ELIZABETH MONTIEL HUERTA



M.A. KATHY LAURA VARGAS MATAMOROS



M.C. CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ



DRA. ALEJANDRA TORRES LÓPEZ

C.:p.-Interesada

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto.

Agradezco a la Universidad Politécnica de Tlaxcala, esta institución de gran calidad, que me brindó todo el apoyo durante mi estancia, especialmente a la Dra. Raquel García Barrientos por su dedicación y excelentes consejos.

Quiero agradecerle a mi asesora de tesis, la M. A. Ma. Elizabeth Montiel Huerta, sus conocimientos invaluable que me brindo para llevar a cabo esta investigación, y sobretodo su gran esmero para que este trabajo pudiera llegar buen término.

Agradezco a los miembros de la Comisión Revisora, la M. A, Kathy Laura Vargas Matamoros, M. C, Crisanto Tenopala Hernández y la Dra. Alejandra Torres López., por sus valiosas contribuciones a este trabajo.

Agradezco a aquellas personas que hacen posible el conocimiento en las aulas los profesores del programa de maestría.

A mis amigos y compañeros de la generación, por todos los buenos y malos momentos que compartimos. Y a todos los que alguna vez han compartido sus conocimientos para enriquecernos.

DEDICATORIAS

A mis padres Paulina Sara y J. Guadalupe...

A mis hermanos Martín, Rosendo y Paty...

Y los nuevos integrantes de nuestra familia, mi cuñada Rocio y mi sobrino Matías...

CONTENIDO

GLOSARIO	vii
ABREVIATURAS	viii
RESUMEN	ix
CAPÍTULO I. ELEMENTOS PROTOCOLARIOS	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específicos	3
1.5 Preguntas de investigación.....	4
1.6 Hipótesis	4
1.7 Variables	4
1.8 Alcances y limitaciones	5
1.8.1 Alcances	5
1.8.2 Limitaciones	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
2.1 Estado del arte.....	1
2.1.1 Biopelículas.....	1
2.1.2 Vida de anaquel.....	5
2.1.3 Rentabilidad	7
2.2 Marco teórico	12
2.2.1 Tecnología de barreras	12
2.2.2 Aplicaciones.....	13
2.2.3 Recubrimientos comestibles.....	13
2.2.4 Clasificación de películas comestibles.....	18
2.2.5 Polímeros de importancia.....	21
2.2.6 Origen del arándano	22

2.2.7 Clasificación botánica	22
2.2.8 Variedades	25
2.2.9 Manejo agronómico	26
2.2.9.1 Producción orgánica	28
2.2.9.2 Producción convencional.....	28
2.2.10 Tecnologías poscosecha	29
2.2.10.1 Refrigeración	29
2.2.10.2 Congelación.....	29
2.2.10.3 Atmosferas modificadas	30
2.2.10.4 Atmosferas controladas	30
2.2.10.5 Encerado	31
2.2.11 Variables respuesta.....	31
2.2.11.1 Pérdida fisiológica de peso	33
2.2.11.2 Color	32
2.2.11.3 Sólidos solubles totales.....	31
2.2.11.4 Acidez total titulable.....	31
2.2.11.5 Índices de daño mecánico.....	33
2.2.11.6 Índices de pudrición.....	34
2.2.12 Estudio Financiero	34
2.2.12.1 Proyectos de inversión.....	35
2.2.12.2 Objetivo del estudio financiero.....	36
2.2.12.3 Balance General.....	38
2.2.12.4 Indicadores financieros	39
2.2.13 Herramientas de diagnóstico	42
2.2.13.1 Matriz de árbol de problemas	42
2.2.13.2 Diagrama de Pareto	43
2.3 Marco contextual	43
2.3.1 Antecedentes de la producción de arándano en México	44
2.3.2 Índices comerciales	47
2.3.3 La producción de arándano en Zacatlán.....	47
2.3.4 La organización de producción y comercialización de arándano en Zacatlán.....	48

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1 Tipo de investigación	50
3.2 Proceso de la metodología	52
3.3 Definición del problema	53
3.4 Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	54
3.4.1 Árbol de problemas	54
3.4.2 Diagrama de Pareo	55
3.5 Evaluación de la empresa	55
3.5.1 Situación financiera.....	55
3.5.2 Situación técnica	55
3.6 Propuesta de mejora: aplicación de biopelículas	55
3.7 Diseño del experimento	56
3.8 Obtención de recubrimiento.....	56
3.8.1 Extracción de mucílago.....	56
3.8.2 Formulación de películas biodegradables por el método de vaciado en placa	57
3.8.2.1 Caracterización de películas	57
3.8.2.2 Grosor de las películas.....	57
3.8.2.3 Rugosidad de las películas.....	58
3.9 Aplicación de PB en frutos de arándano.....	58
3.10 Análisis de variables respuesta	58
3.10.1 Acidez titulable	58
3.10.2 Sólidos solubles totales	59
3.10.3 pH.....	59
3.10.4 Color.....	59
3.10.5 Pérdida fisiológica de peso.....	60
3.10.6 Índice de deterioro.....	60
3.11 Análisis de costos de la formulación de PB.....	60
3.12 Propuesta de implementación de las PB en arándano.....	60
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1 Situación actual de la empresa.....	62
4.1.1 Diagrama de árbol de problemas.....	62

4.2 Diagrama de Pareto	63
4.2 Evaluación de la empresa	64
4.2.1 Situación financiera.....	64
4.2.2 Situación técnica	65
4.3 Diseño del experimento	65
4.4 Obtención del recubrimiento	66
4.4.1 Grosor de películas.....	66
4.4.2 Rugosidad de películas.....	68
4.5 Acidez titulable	69
4.6 Sólidos solubles totales (SST)	69
4.7 pH.....	70
4.8 Color	71
4.9 Pérdida fisiológica de peso	73
4.10 Índice de deterioro	74
4.12 Análisis de costos.....	76
4.13 Propuesta de implementación de PB	77
4.13.1 Inversión.....	77
4.13.2 Financiación	79
4.13.3 Política de depreciación	79
4.13.4 Ingresos por áreas de negocio. Previsión de ventas anuales	80
4.13.5 Evaluación de los costos variables	80
4.13.6 Evaluación de los costos fijos	81
4.14 Estados de resultados previsionales	82
4.15 Balance general.....	83
4.16 Índices del proyecto	86
4.16.1 Márgenes de venta.....	86
4.16.2 Rentabilidad	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92

ÍNDICE DE FIGURAS

2. 1 Funciones selectivas de las películas comestibles.....	16
2. 2 Morfología externa arándano azul.....	23
2. 3 Morfología interna del arándano (corte longitudinal)	23
2. 4 Diagrama de cromaticidad del espacio de color	33
2. 5 Producción mundial de arándano en 2013.....	44
2. 6 Producción nacional de arándano 2014	45
2. 7 Valor comercial de la producción de arándano en 2014	45
2. 8 Superficie de plantación de arándano en México de 2005 - 2014.....	46
2. 9 Producción de arándano en México de 2005 - 2014	47
3. 1 Diagrama de la metodología para el desarrollo de la investigación	53
4. 1 Árbol de problemas de la empresa	63
4. 2 Diagrama de Pareto de la empresa	64
4. 3 Grosor de películas con diferentes formulaciones.....	68
4. 4 Índice de ácido cítrico/ 1 muestra.....	69
4. 5 Concentración de °Bx en arándano	70
4. 6 Comportamiento del pH en arándano.....	71
4. 7 Comportamiento de C* en arándano	72
4. 8 Comportamiento de L* en arándano	72
4. 9 Comportamiento de Hue en arándano	73
4. 10 Pérdida de peso en arándano con recubrimiento comestible.....	74
4. 11 Índice de deterioro del arándano	75

ÍNDICE DE TABLAS

2. 1 Costos de producción de arándano	8
2. 2 Productos hortofrutícolas y ornamentales clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración	24
2. 3 Manejo agronómico del arándano	26
2. 4 Exportaciones anuales de arándano en México.....	47
2. 5 Importaciones anuales de arándano en México.....	47
4. 1 Factores y niveles del estudio.....	65
4. 2 Descripción de la composición de los tratamientos evaluados.....	66
4. 3 Parámetros de rugosidad de películas.....	68
4. 4 Costos de formulación de recubrimiento comestible	76
4. 5 Rendimiento del recubrimiento para la aplicación en arándano.....	76
4. 6 Inversiones existentes para la implementación de películas en arándano	77
4. 7. Inversiones requeridas para la implementación de películas en arándano	78
4. 8. Disponibilidad de recursos para la financiación.....	79
4. 9 Parámetros de índice de vida útil.....	79
4. 10 Distribución de ventas de la empresa para 2017	80
4. 11 Pronostico de ventas 2017 – 2021 de la empresa	80
4. 12 Resumen de costos variables para venta de arándano	81
4. 13 Resumen de costos fijos para operación anual de la empresa	82
4. 14 Estado de resultados provisional para los años 2017 – 2021	82
4. 15 Balances provisionales de la empresa	84
4. 16 Proyección de márgenes de la empresa	86
4. 17 Valores para determinar VAN.....	87
4. 18 Flujos de capital para la TIR.....	88
4. 19 Valores para determinar el PE.....	88
4. 20 Valores para la determinación de la relación B/C	89
4. 21 Determinación de años de recuperación	89
4. 22 Resumen de índices de rentabilidad del proyecto para la empresa	89

GLOSARIO

Color: Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.

Glicerol: También conocido como glicerina y 1,2,3-propanotriol ($C_3H_8O_3$). Líquido incoloro y espeso que forma la base de la composición de los lípidos.

Grenetina: Sustancia sólida, inodora e incolora que se extrae de la cocción de huesos y cartílagos de distintos animales, principalmente pescado. Se presenta en forma de polvo o de hojas traslucidas, para utilizarla, se hidrata en agua fría y luego se disuelve en agua hirviendo o se funde a baño María. Se utiliza para la elaboración de gelatinas, postres y la confitería industrial.

Película comestible: Capa delgada de material comestible formada como una película preformada sobre o entre los componentes del alimento.

Recubrimiento comestible: Matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora.

pH: Potencial de hidrógeno. Índice que expresa el grado de acidez de una solución.

Tratamiento testigos (TT): Arándano sin recubrimiento en condiciones óptimas de refrigeración.

Tratamiento desinfectado recubierto (TRD): Arándano desinfectado con plata ionizada al 0.15%, con recubrimiento comestible en refrigeración.

Tratamiento recubierto comestible (TRC): Arándano con recubrimiento comestible sometido a refrigeración.

ABREVIATURAS

AC	Atmosferas controladas	SST	Sólidos solubles totales
AM	Atmosfera Modificada	t	Tonelada (s)
B/C	Relación Beneficio/Costo	TT	Tratamiento testigo
BPC	Biopelículas comestibles	USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
Ca	Calcio		
CH	Quitosano		
°F	Grados		
g	Gramos		
GA	Goma arábica		
ha	Hectáreas (s)		
K	Potasio		
mm	Milímetros		
µin	Micropulgadas		
N	Nitrogeno		
PB	Películas Biodegradables		
PC	Películas comestibles		
PET	Polietileno tereftalato		
PMP	Productos mínimamente procesados		
PPO	Polifenol oxidasa		
RC	Recubrimientos comestibles		

RESUMEN

Los *Berries*, también conocidos como frutas del bosque (moras, fresas, zarzamoras, frambuesas y arándanos) representan el quinto producto agrícola más importante de México, ya que gracias a las características y a la calidad que presentan se han convertido en uno de los principales productos de exportación a nivel mundial.

En el presente trabajo se desarrollaron formulaciones de recubrimientos comestibles las cuales se emplearon para recubrir frutos de arándano. El método de aplicación se determinó por la evaluación de características fisicoquímicas en los frutos recubiertos por inmersión durante el almacenamiento en refrigeración.

La aplicación de los recubrimientos comestibles crea una barrera que evita la pérdida de agua, que se manifiesta como una disminución de la pérdida de peso durante el almacenamiento, comparando las frutas recubiertas y sin recubrir usadas como controles siendo esta la más representativa del análisis, debido a que se ve reflejada directamente en el volumen de ventas de la empresa. Los recubrimientos logran la protección del color de las frutas durante el almacenamiento.

Se analizaron también los índices de rentabilidad que la implementación de este proyecto implicaría obteniendo una relación B/C de 1.52 y una TIR de 74.96%, para recuperar en un plazo no mayor a 1.43 años de operatividad.

ABSTRACT

Berries, (strawberries, blackberries, raspberries and blueberries) represent the fifth most important agricultural product in Mexico, thanks to the characteristics and quality they present have become one of the main products of export worldwide.

In the present work, formulations of edible coatings were developed which were used to coat cranberry fruits. The method of application was determined by the evaluation of physicochemical characteristics in the fruits covered by immersion during storage in refrigeration.

The application of the edible coatings creates a barrier that prevents water loss, which is manifested as a decrease in weight loss during storage, comparing the coated and uncoated fruits used as controls being the most representative of the analysis due which is reflected directly in the sales volume of the company. The coatings achieve the protection of the color of the fruits during the storage.

We also analyzed the profitability indexes that the implementation of this project would imply obtaining a B / C ratio of 1.52 and a TIR of 74.96%, in order to recover in a term no longer than 1.43 years of operation

CAPÍTULO I. ELEMENTOS PROTOCOLARIOS

1.1 Introducción

Las películas plásticas originarias del petróleo tienen una presencia relevante en la industria alimentaria debido a que proporcionan buena presentación y mantienen la calidad de los productos. Sin embargo, éstas representan una fuente de contaminación causando un impacto negativo al medio ambiente. Actualmente se está optando por el uso de Películas Biodegradables (PB) de diferentes materiales provenientes de la naturaleza; almidón, gelatina, quitosano, proteína, entre otros, los cuales están cobrando gran importancia a nivel industrial debido a las exigencias tecnológicas.

Desde el punto de vista tecnológico, las PB deben mantener las características idóneas de los productos, sin alteraciones, pérdida de sabor, aroma, apariencia y deben ser obtenidas de manera sustentable, para proporcionar seguridad y confianza a los consumidores, de modo que no se propicien enfermedades ni a corto ni a largo plazo (Pérez, 2012). Las PB son definidas como una capa delgada de material proveniente de fuentes naturales (biopolímeros) aplicados de manera homogénea en la superficie del alimento como adición o reemplazo de la corteza natural, protegiéndolo del medio externo.

Las PB de biopolímeros mantienen por mucho más tiempo la calidad de los productos. También inducen a la formación de un microclima en el interior del alimento causado por la semi permeabilidad que las caracteriza, la cual permite el intercambio de gases evitando así la formación de malos olores y sabores en el interior del producto, por tal motivo ayudan a retardar algunas reacciones químicas entre el alimento y el medio ambiente, como, el oscurecimiento enzimático causado por la polifenol oxidasa (PPO) (Ramos, 2014).

Estas nuevas tecnologías se están desarrollando para obtener productos que conserven las propiedades nutricionales y organolépticas, puesto que las PB pueden utilizarse en productos enteros y Productos Mínimamente Procesados (PMP), surgidos a causa de la gran demanda de los consumidores, por el deseo de consumir productos frescos y con sus propiedades originales, desde el punto de vista nutricional. Los PMP también se conocen como productos

de IV Gama, los cuales se caracterizan por no recibir ningún tratamiento térmico que involucre calor y por estar contenidos en una Atmosfera Modificada (AM) (Ramos, 2014).

1.2 Planteamiento del problema

El arándano es un fruto climatérico y tiene una vida en anaquel muy corta. La comercialización de estas frutas se lleva a cabo en un breve período, debido a que son frutos altamente perecederos y susceptibles al deterioro causado por desórdenes fisiológicos y patológicos en la poscosecha. La preservación de la calidad (organoléptica, comercial, microbiológica y nutritiva) de este producto frutícola y la satisfacción de las crecientes exigencias de los mercados internacionales, dependerá de mejorar los tratamientos poscosecha. La mayor inversión de producción en este cultivo se emplea en la comercialización, debido a los altos costos que generan los métodos de enfriamiento para su preservación. Debido a lo anterior es que se deben plantear alternativas que sean óptimas y sustentables, para aumentar los ingresos de las familias dependientes de este cultivo que les permita mejorar sus condiciones de vida.

En México el incremento de la producción de arándano se debe al aumento de la superficie de plantación y no en innovaciones que mejoren los rendimientos. Según datos proporcionados por la empresa se cuantificaron para el año 2014 a 110 productores, con una superficie de cultivo 113 hectáreas (ha), distribuidas en 185 huertas, ubicadas en las comunidades de Atzingo, Xoxonacatla, Tlalixtlipa, Jilotzingo, Tepeixco, San Lorenzo y Ayehualulco del municipio de Zacatlán, Puebla, produciendo 145 toneladas (t) de arándano (*Rabbit eye*) con certificación orgánica, cabe mencionar, que este producto alcanza una vida de anaquel máxima de 15 a 1.11°C ó 17 a 1.67°C días (APHIS, 2016) preservando sus características nutricionales y organolépticas utilizando el tratamiento como forma de conservación.

1.3 Justificación

Ante la necesidad de mantener la calidad de los frutos y prolongar su vida comercial, los productores de arándano en el municipio de Zacatlán, Puebla buscan nuevas alternativas para la conservación, que les disminuya sus mermas e incremente sus ingresos. El propósito de esta investigación será contribuir con la presentación de soluciones que permitan incrementar la

preservación del fruto, a partir de la aplicación de biopelículas comestibles (BPC). Además la ejecución de esta propuesta contempla, beneficios para la disminución de espacios, costos de transportación y problemas ambientales generados actualmente por la utilización de empaques y envases de polietileno tereftalato (PET).

En la actualidad la aplicación de recubrimientos comestibles (RC) en diversos productos del sector agroalimentario se observa de manera más frecuente como ocurre con la sustitución de los polímeros en los empaques de fresa, aguacate, plátano, frambuesa, mora, PMP y algunos medicamentos (Assis, O. & Pessoa, J. 2004.), las BP se han obtenido de una amplia variedad de materias primas, cada una con propiedades mecánicas diferentes (Ramos, 2014).

1.4 Objetivos

A continuación se anuncian los objetivos de esta investigación:

1.4.1 General

Evaluar la rentabilidad de la aplicación de biopelículas en frutos de arándano, con base en la relación Beneficio/Costo (B/C), para prolongar la vida de anaquel y disminuir las pérdidas económicas generadas por las mermas en el cultivo de los productores de Zacatlán

1.4.2 Específicos

A continuación se presentan los objetivos específicos de esta investigación:

- Obtener la biopelícula comestible óptima, a través del método de vaciado en placa, que permita la prolongación de vida en anaquel del arándano y la conservación de sus características organolépticas y nutricionales.
- Caracterizar las biopelículas idóneas, a través de pruebas de laboratorio que permitan determinar la rugosidad, color y grosor para la conservación del arándano.
- Comparar las características fisicoquímicas y nutrimentales de los arándanos sometidos a los recubrimientos, con las recomendadas por las normas mexicanas, para determinar la calidad del producto.

- Establecer la relación Costo/Beneficio de la aplicación de biopelículas en arándano para identificar la viabilidad esta técnica para prolongar la vida de anaquel del fruto.

1.5 Preguntas de investigación

¿De qué manera la aplicación de biopelículas comestibles puede reducir las mermas y prolongar la vida de anaquel del fruto de arándano en Zacatlán, Puebla?

¿Cuál es la tecnología ideal para aplicar biopelículas en los frutos de arándano?

¿Cuál es la relación Beneficio/Costo de la aplicación de biopelículas en arándano?

1.6 Hipótesis

H_A: La aplicación de las biopelículas comestibles genera una vida de anaquel superior a 15 días del producto y conservan sus propiedades organolépticas y nutricionales, lo que genera mayor rentabilidad del cultivo a los productores.

H₀: La aplicación de las biopelículas comestibles no prolonga la vida de anaquel en un periodo mayor a 15 días del producto y altera sus organolépticas y nutricionales, lo que no genera rentabilidad adicional en el cultivo a los productores.

1.7 Variables

Tipo de variable	Variable	Indicador
Dependiente	Vida de anaquel	Tiempo
	Propiedades organolépticas	Humedad
		Tamaño
		Color
		Sabor
	Rentabilidad	Beneficio/Costo
	TIR	
	Punto de equilibrio	

	Estudio financiero	Inversión	
		Ingresos	
		Costos	
		Gastos	
Independiente	Condiciones de almacenamiento	Temperatura	
	Propiedades nutricionales	Sólidos totales	solubles
		pH	
		Índice de deterioro	

1.8 Alcances y limitaciones

Los alcances y limitaciones de esta investigación son:

1.8.1 Alcances

La presente investigación tiene un alcance explicativo, está dirigida a responder las causas de los fenómenos. Se pretende explicar por qué ocurre, en qué condiciones se manifiesta y por qué se relacionan las variables.

- Se procura identificar si existen metas no estudiadas o ideas vagamente vinculadas con el problema de investigación.
- La presente investigación pretende realizar la formulación y caracterización de una biopelícula comestible y determinar el tipo de insumos son óptimos para su elaboración.
- Se cuantificarán que costos de producción y aplicación en frutos de arándano se requieren ejecutar.
- Se explicará cómo se realizará la aplicación sobre los frutos en laboratorio con evaluación controlada.

1.8.2 Limitaciones

- Disponibilidad de financiamiento para la ejecución de la investigación.
- Disponibilidad de acceso a situación financiera y de costos de los procesos dentro de la empresa.
- Disponibilidad de los centros de investigaciones para la obtención de las biopelículas.
- Debido al ciclo del cultivo de arándano se depende de la disposición de los frutos al momento de la aplicación de las biopelículas.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo están localizados los fundamentos de las teorías, los conocimientos y los conceptos sobre los cuales se permite ubicar y darle un sentido relevante a este trabajo. Así mismo contiene el estado actual que guarda la investigación en esta área científica. También se analiza el contexto de la empresa a nivel internacional, nacional y regional.

2.1 Estado del arte

En esta sección se presenta una compilación de estudios ejecutados así como del estado actual en el que permanece el campo de estudio relacionado con los tres ejes epistemológicos, biopelículas, rentabilidad y vida de anaquel a nivel internacional, nacional y local, Permitiendo con esto obtener un panorama respecto al conocimiento generado con el paso del tiempo, así como una influencia al desarrollo de esta.

2.1.1 Biopelículas

Alargar la vida poscosecha de frutas de climas templados es uno de los mayores desafíos de la agricultura moderna, por eso la *Universidade Estadual de Marigá* en Brasil, ha realizado trabajos sobre la conservación y calidad nutricional del *blueberry* tratado con revestimiento comestible, que tuvo como objetivo disminuir las pérdidas y aumentar el período de la oferta del producto en el mercado nacional e internacional. El uso de películas comestibles (PC) ha sido explorado para cubrir las frutas, su uso representa una ventaja económica, debido a su bajo precio y reducción de las pérdidas posteriores a la cosecha. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del arándano, cultivar Florida M, producido en un sistema de producción orgánica y cubierta con recubrimiento comestible sobre la base de granos de kéfir asociados a diferentes temperaturas de almacenamiento. De este modo, se observó que el tratamiento más eficaz para reducir la pérdida de arándanos fue la combinación de granos de kéfir en asociación con el almacenamiento refrigerado a 5 °C, sin cambiar la composición química y nutricional del arándano (Stülp, *et al.*, 2014).

Para Oregel (2013), el arándano es un fruto perteneciente a los *berries*, al igual que la fresa zarzamora y frambuesa. En estos frutos se han realizado investigaciones similares, debido a que por sus características la recolección de fresa se hace después de la maduración y requiere

de la aplicación de métodos de conservación que permitan prolongar su vida de anaquel, este es un producto altamente perecedero. Una alternativa con potencial para prologarlo son las biopelículas comestibles, capas delgadas de un material biopolímero (proteína o polisacárido como una solución hidrocoloíde o como una emulsión con lípidos), que son aplicadas sobre la superficie de un alimento en adición o remplazo de la corteza natural.

El objetivo de esta investigación fue desarrollar una película comestible de cera de candelilla para prolongar la vida de anaquel de la fresa. Estas películas fueron caracterizadas fisicoquímicamente en términos de grosor, permeabilidad al vapor de agua, tasa de transmisión de luz, transparencia, densidad, humedad y solubilidad. Fue evaluada la vida de anaquel de frutos de fresa aplicando PC de esta cera, se determinaron: cambios en apariencia, porcentaje de decaimiento, frutos viables y pérdida de peso.

En este trabajo se aplicaron películas en frutos de fresa, adicionadas con ácido gálico y se determinaron: cambios de apariencia, porcentaje de decaimiento, frutos viables, pérdida de peso, solidos solubles, firmeza y pH. Así mismo se utilizaron bacterias como agentes de control biológico poscosecha (HFC103 y FSI54) y se combinaron con el sistema de PC para determinar: cambios en apariencia, porcentaje de decaimiento, frutos viables y pérdida de peso. Se evaluó la efectividad de las películas *biocontroladoras vs Rizopus stolonifer*.

Las películas comestibles promovieron mejores características de vida de anaquel (índice de deterioro, porcentaje de decaimiento, frutos viables, pérdida de peso), redujeron significativamente los cambios de deterioro. Las PC de cera de candelilla adicionadas con las bacterias HFC103 y FSI54 inhibieron el crecimiento del hongo *Rizopus stolonifer*, sin embargo se observó que la bacteria HFC103 promovió mejores características para la conservación de frutos de fresa (Oregel, 2013).

En el arándano se han realizado pruebas semejantes como Juan (2013) describe en su trabajo, se evaluó el uso de películas plásticas en frutos de arándano azul 'Biloxi' con el objetivo de ampliar su vida poscosecha. Se condujo un experimento bajo un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones, en donde se usaron dos películas y soluciones de recubrimiento distintas, cada una con temperatura ambiente (20 ± 1 °C) y refrigeración (8 ± 1

°C, HR 75 %) y se tuvieron dos testigos: con temperatura ambiente (20 ± 1 °C) y con refrigeración (8 ± 1 °C, HR 75 %).

Los frutos se almacenaron durante 21 días, haciendo evaluaciones cada siete días de: pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, contenido de ácido ascórbico, color externo del fruto y de la pulpa. El uso de películas permitió prolongar la vida útil de los frutos. Con 14 días de almacenamiento los frutos cubiertos con película plástica y bajo refrigeración conservan características de calidad para su comercialización.

Uno de los grandes desafíos de la producción de arándano (*Vaccinium ashei*, Reade) en el sistema orgánico es extender los frutos de las pérdidas de vida y ampliar la oferta de productos en el mercado nacional e internacional. El uso de recubrimiento comestible es una técnica que se ha utilizado en la fruta de manera eficiente para prolongar la vida útil. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del recubrimiento comestible orgánico, conservación y calidad de arándano con películas de almidón de yuca producido en la ciudad de Palmas, en el estado de Paraná (Stülp, 2012).

Estudios de control del almacenamiento de antracnosis en banano (*Musa paradisiaca* L. cv. *Pisang Berangan*) haciendo uso de un nuevo recubrimiento comestible compuesto, donde con formulaciones de goma arábiga (GA) a diferentes concentraciones (5, 10, 15 y 20% w/v), quitosano (CH) 95% desacetilado (0.5, 1.0 y 1.5% w/v) y películas compuestas de goma arábiga + quitosano (GA+CH) fueron aplicadas sobre frutos frescos de banano, con el objetivo de determinar su potencial en el control de *Colletotrichum musde*, hongo causante de la antracnosis en el fruto, que afecta la calidad poscosecha y se desarrolla con mayor facilidad durante el transporte y almacenamiento de la fruta Maqbool, *et al.* (2010).

Estudios realizados *in vivo* e *in vitro* se llevaron a cabo para determinar las concentraciones de las sustancias (GA y CH) que podrían tener efecto sobre el crecimiento del microorganismo mencionado. Los estudios *in vivo* comprendieron el almacenamiento de frutos pre-inoculados con patógeno, empacados en caja de cartón corrugado en condiciones que simulan las presentadas durante el transporte y almacenamiento (13 ± 1 °C, 80 ± 3 % HR), por 28 días. Transcurrido ese lapso de tiempo, se cambiaron las condiciones de temperatura y humedad

relativa (25°C, 60% HR) durante 5 días, con el propósito de conocer el comportamiento de las frutas frescas durante su comercialización (Maqbool, *et al.*, 2010).

También el estudio siguió la incidencia y severidad de la enfermedad y el comportamiento de parámetros de calidad tales como el porcentaje de pérdida de peso, firmeza, la concentración de sólidos solubles y la acidez titulable. Los estudios *in vitro* mostraron que a concentraciones de 1.0 y 1.5 % w/v de CH no se inhibió completamente el crecimiento del microorganismo durante los 7 días de incubación, mientras a 0.5% w/v del compuesto bioactivo el crecimiento se presentó hacia el segundo y tercer día, la GA no tuvo efecto sobre el crecimiento del patógeno.

Los estudios *in vivo* permitieron determinar que los RC compuestos por una matriz polimérica de goma arábica (10%w/v) adicionada con quitosano (1.0 % w/v) fueron el mejor tratamiento evaluado, presentó menor incidencia de la enfermedad (16%). Además que redujo un 85% la pérdida de peso y mantuvo la firmeza del fruto (58.23 N) durante y después del almacenamiento a las condiciones de comercialización. Los RC también mostraron un comportamiento sinérgico, al mantener parámetros de calidad sensorial y microbiológica, sin producir efectos fitotóxicos en el banano almacenado durante 33 días.

Otro estudio de la planta de sábila muestra como extraer un gel cristalino como aloe vera el cual está libre de aroma y sabor (Ni, *et al.*, 2004). Serrano, *et al.*, (2006) emplearon un gel a partir de aloe vera para el recubrimiento de uvas de mesa, observando una extensión de la vida útil de las frutas hasta por 35 días comparado con uvas sin recubrir. También este procedimiento permitió retener la concentración de ácido ascórbico de las uvas.

Martínez, *et al.*, (2006) estudiaron el efecto de un recubrimiento de gel de sábila aplicado en cerezas, obteniendo una disminución de los cambios en los diferentes parámetros responsables de la pérdida de calidad de la fruta, también de excelentes propiedades sensoriales en las películas.

También Altamirano, *et al.*, (2013) con el objetivo de valorar la calidad poscosecha en cultivares de fresa recubiertos con aloe vera, potenciales para su producción en agricultura protegida y seleccionar la variedad que presente la mayor vida de anaquel, realizaron la

evaluación de 2 variedades (Festival y Camino Real), durante 21 días en condiciones de almacenamiento a 7 °C, donde las variables que se analizaron para determinar la calidad fueron Acidez Titulable, Sólidos Solubles Totales, fuerza de punción, pH y Vitamina C. En los resultados encontraron que no existe diferencia significativa entre las dos variedades respecto a las variables analizadas, excepto para la Textura, en el día 3 después de la cosecha. Lo anterior hace que el recubrimiento comestible de aloe vera resulte una alternativa viable para alargar la vida de anaquel de fresa en fresco bajo condiciones de refrigeración, en las variedades analizadas.

Los estudios anteriores permitieron confirmar las variables respuesta a analizar, pérdida de peso, pH, color, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de deterioro. Debido a que estas dieron los datos más relevantes en cada uno de los estudios. También se aseguró la aplicación de aloe vera como base del recubrimiento debido a las propiedades medicinales y antimicrobianas que posee. Así mismo los bajos costos que implicará su formulación.

2.1.2 Vida de anaquel

En Instituciones de investigación en México en colaboración con el departamento de Horticultura de la Universidad de Georgia han evaluado la calidad poscosecha en cultivares de arándano (*Vaccinium sp.*) sometidos a períodos de pre almacenamiento y temperaturas

El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de frutos de arándanos medida en términos de firmeza y pérdida de peso. Los cultivares estudiados fueron Brighthwell (PB), Tifblue (TB) y Powderblue (BW). Las temperaturas establecidas en las cámaras climáticas fueron de 1, 12, 22 y 32 °C, combinadas con cuatro períodos de pre almacenamiento (12, 24, 36 y 48 h). La firmeza inicial de los frutos recién cosechados fue de 167.8, 194.3 y 214.6 g mm⁻¹ para PB, TB y BW, respectivamente. Durante el experimento se registraron pérdidas de firmeza entre tratamientos que variaron entre 5.4 y 20.8%. El pre almacenamiento de 12 h no afectó la firmeza de los cultivares BW y TB a ninguna temperatura (1, 12, 22 y 32 °C), sin embargo; con intervalos mayores de 24 h y temperatura de 22 °C, la firmeza de los frutos disminuyó significativamente. La pérdida de peso se incrementó rápidamente en temperaturas de 32 °C, donde el cultivar PB perdió 41.8 y 63.5% más que TB y BW, respectivamente. El cultivar BW fue el más resistente al deterioro de sus frutos y conjuntamente con TB no requiere ser

refrigerado inmediatamente después de cosechar. El cultivar Powderblue fue el más susceptible a perder peso y firmeza. El manejo poscosecha del arándano debe ser definido para cada cultivar en forma individual (Nuñez, *et al.*, 2011).

La fruta, una vez madura se tiene que presentar atención al manejo. A la hora de cosechar hay que tener especial cuidado al desprender la fruta de la planta para evitar producirle una lastimadura en el epicarpio del fruto. Al madurar el arándano presenta una serosidad (pruina) la cual es una característica de calidad y por ende hay que evitar removerla. Una vez cosechado es susceptible a la deshidratación y a las enfermedades poscosecha. Para evitar pérdidas de calidad es necesario reducir rápidamente la temperatura de la pulpa del fruto mediante el preenfriamiento. El método más recomendable para arándanos es por aire forzado. La fruta puede permanecer hasta 14 días a 0°C con una humedad relativa entre 90 y 95%. El arándano se comercializa en clamshells de 125 a 170 gramos (g) que se cubican de doce cajas de cartón. Cada pallet contiene 60 cajas (Yommi. y Godoy, 2012).

El estudio realizado por Zapata, *et al.*, (2010) en Uruguay analizó los cambios de firmeza de bayas de arándano durante su maduración. Se trabajó en texturómetro (Texture Analyzaer TAxTA2i) sobre variedades O'Neal, Misty y Emerald, producidas en la región de Santo Grande (Argentina). Los Parámetros de textura disminuyeron a medida que las bayas desarrollaron su coloración característica, lo que indicaría que la firmeza disminuye con la maduración. En bayas maduras, la fuerza máxima tomó valores de 1.53, 1.94 y 1.83. Como valores más altos indican bayas más firmes, se concluyó que Misty presentó mejor textura, seguida de Emerald y O'Neal.

Con base en los trabajos anteriores se buscará una vida de anaquel superior a 14 días en el arándano, controlando la temperatura de enfriamiento y humedad. También permitió hacer una comparación entre la variedad que se está analizando y las que los autores de los estudios han evaluado.

2.1.3 Rentabilidad

En la Argentina la producción de arándanos comenzó hace poco más de una década y el consumo local es mínimo. En Tucumán se presentó como una interesante producción alternativa debido a que las plantas entran en producción precozmente y también, porque la producción de fruta se concentra en el mes de octubre. Esto permite que los arándanos tucumanos sean primicia, comparados con los de otras zonas de Argentina, lo que da la posibilidad de ubicarlos en una ventana de mercado donde el precio generalmente presenta un pico interesante. Estas condiciones estimularon la plantación en la provincia, principalmente entre los años 2004 y 2007. El incremento del área plantada ocurrió también en otras zonas del país, lo que provocó en los últimos años una mayor producción, y ocasionó que el precio local experimente una tendencia a la baja. El reporte muestra el comportamiento de algunos indicadores económicos como superficie plantada, producción, evolución de los precios y exportaciones del cultivo de arándano en Argentina y Tucumán. También se estimó para la provincia un costo de producción para la campaña de ese año (Pérez, *et al.*, 2008).

El cultivo del arándano experimentó un importante crecimiento en Asturias en los últimos 10 años, pasando de apenas 5 ha y unas 5 explotaciones profesionales a las casi 100 ha actuales repartidas entre unos 70 productores y son también muchas las personas que se interesan por este cultivo actualmente, bien como ocupación principal o como actividad complementaria de renta. Los aspectos económicos, y en particular el desembolso (la inversión) a realizar para la puesta en marcha de la explotación, junto con las cuestiones relativas a la comercialización, constituyen las primeras cuestiones a analizar. En el año 2006, en el número tres de la revista “Tecnología Agroalimentaria” se publicó un estudio económico del cultivo del arándano en el que se calculaba el rendimiento neto de una hectárea de arándano, basándose en datos reales de una explotación durante el periodo 1989-99 y en un estudio teórico realizado a partir del anterior por la empresa Asturianberries. Desde entonces hasta la actualidad se ha producido una evolución significativa en el sistema de cultivo en aspectos importantes de cara a la inversión y el rendimiento productivo (mayor densidad de plantación, nuevas y más productivas variedades, consolidación del sistema de fertirrigación, etc.), y se dispuso también de mayor información como consecuencia de las numerosas plantaciones de nueva creación, por lo que se ha considerado conveniente actualizar el estudio del costo de producción del

arándano. A diferencia del publicado, teniendo en cuenta la incertidumbre respecto a los precios percibidos por los productores, que pueden variar de forma importante según el sistema de comercialización elegido y el mercado de destino, el estudio que se presentó fue enfocado a conocer el costo de producción del kg de fruta (en lugar del rendimiento neto del mismo) y el desembolso necesario para la puesta en marcha del cultivo y hasta que este genere ingresos suficientes para afrontar los gastos (García, *et al*, 2010).

A mediados de los años 80, el Departamento de Fruticultura del Instituto de Experimentación y Promoción Agraria (IEPA), actualmente el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA), inició un programa para el desarrollo y la adaptación en Asturias del cultivo de los pequeños frutos entre los que se incluía el arándano. Se creyó imprescindible realizar un seguimiento agronómico y económico con el fin de obtener datos reales de los costos de implantación y de mantenimiento, así como los concernientes a las producciones, la comercialización y el rendimiento neto, que pudieran servir de referencia para futuros agricultores interesados en este cultivo pionero en la región. Para conseguir este fin se buscó la colaboración de un agricultor particular, que en 1989 realizó una plantación de arándanos en una finca de una hectárea. La información recogida, que se muestran es desde los costos de instalación (Tabla 2.1) que obtuvieron en su implantación. Desde 1989 estos datos han variado considerablemente debido, principalmente, al incremento del precio de la planta y a la densidad de plantación recomendada actualmente (García y Ciordia, 2010).

Tabla 2. 1 Costos de producción de arándano

Labores Maquinaria	Unidades	€/Unidad	Importe (€)
Subsolar	3	18	54
Abonar	2	18	36
Arar	10	18	180
Rotovatear	7	18	126
Mulching (transporte y descarga)	162	18	1916
<i>Total</i>	<i>184</i>		<i>3312</i>
Mano de obra			
Preplantar	6	3	18
Plantar	54	3	162
<i>Total</i>	<i>60</i>		<i>180</i>
Materias primas			
Plantas	1900	162	3078

Abonado de fondo			112
Corteza m ³ a pie de finca	324	3	972
<i>Total</i>			4162
Total de costos instalación			7654

Fuente: (García y Ciordia, 2010).

La importación de arándanos en los EE. UU. ha incrementado en los últimos cinco años, esto a pesar de que este país entró en una recesión a finales de 2007. Este resultado debe verse como un logro significativo, a comparación de la gran mayoría de otros productos, los arándanos continuaron con un incremento en el nivel de importación. En el periodo de 2006 – 2010, el nivel de importación incremento un 99.29%, casi duplicando los niveles del 2006.

Países como Argentina, Canadá y Chile han incrementado su nivel de exportación hacia los EE. UU. Durante el mismo periodo. Esto significa que a pesar de ser uno de los productores de arándanos más grandes del mundo. EE. UU. sigue teniendo una demanda fuerte para este producto, debido a que no logra abastecer su mercado interno con su actual nivel de producción y a la vez exporta gran cantidad de producto.

Perú también goza de muchas de las mismas características de terreno y con más de 30 especies diferentes, este producto puede ser cosechado básicamente en varias regiones del Perú. Los beneficios de salud y el sabor agradable, hace que el fruto pueda ser usado en una variedad de productos, lo cual genera una elevada demanda de los EE. UU.

Como se pudo ver en el análisis de tendencias de mercado, los arándanos seguirán con un crecimiento a nivel de producción mundial. En los EE. UU. esto se deberá a que la gran mayoría de *baby boomers* está entrando a una edad, donde el énfasis a la salud será la base de la gran mayoría de sus hábitos de consumo. Los arándanos, son su gran cantidad de antioxidantes, son vistos como una súper fruta, que puede prevenir una gran cantidad de enfermedades que vienen con el avance de la edad. Para poder competir en este sector, es importante poner énfasis en la calidad, con la gran cantidad de opciones, los consumidores requerirán una calidad más alta.

El artículo “Realidad productiva del arándano en EE.UU y México”, describe a la industria mexicana del arándano como relativamente nueva y una que se está convirtiendo en un actor importante de la producción mundial.

Ésta experimentó un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece México para la producción del cultivo, entre las que se encuentran un costo de mano de obra relativamente bajo comparado a otros países productores; cercanía con los mercados de exportación principalmente EE.UU; condiciones de suelo y clima óptimas para cultivo; y época de producción en los meses de altos precios (noviembre – marzo).

Se señala que empresas locales y extranjeras han decidido invertir en México para impulsar el desarrollo de la industria. Junto a esto gobierno regionales, como el estado de Jalisco en coordinación con la Fundación Produce Jalisco, pretenden establecer en las regiones sur y sureste del estado, en un plazo de cinco años, una superficie de 4000 hectáreas de arándanos, involucrando a aproximadamente 800 productores.

Desde febrero de 2010 se encuentra en operaciones un vivero que cuenta con 300 mil plantas de dos naves. Sin embargo el vivero ampliará sus instalaciones para albergar hasta tres millones de plantas por año. También existen alianzas con empresas especializadas para el empaque y la comercialización del producto.

México cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción de *berries* en general. Dentro de los estados que presentan estas características se encuentran Baja California, Chihuahua, Nayarit, Colima, Michoacán, Jalisco, Hidalgo, Estado de México, Sinaloa y Puebla. Jalisco y Michoacán son los estados que actualmente concentran la producción interna del país, con el 75%.

En cuanto a las exportaciones del producto, prácticamente el 100% de la producción se destina al mercado de exportación, siendo EE.UU el principal destino de la fruta, seguido por Europa y Japón.

En México según el estudio de Romo (2015), la reconversión de cultivos tradicionales a frutos de alta demanda en mercados internacionales, como el de las *berries*, es una de las principales apuestas para el campo de Jalisco, el cual ha comenzado a llenarse de invernaderos en algunas localidades. Los beneficios económicos para los productores de los llamados frutos rojos son considerablemente superiores en comparación con cultivos tradicionales, como el maíz.

De acuerdo con estadísticas de la Secretaría de Desarrollo Rural (Seder) de Jalisco, el pasado ciclo agrícola el maíz tuvo un precio en medio rural de 3,079 pesos/t, con una productividad

de 5.72 t/ha, lo que significa que el productor de este grano recibió 17,611 pesos/ha de este cultivo. En tanto, en el caso del arándano, el rendimiento fue de 9.32 t/ha con un precio promedio de 20,318 pesos/t (casi 660% superior al precio del maíz), lo que supone un ingreso para el productor de 189,363 pesos /ha cultivada.

Sin embargo, entre la amplia variedad de *berries* que se cultiva en la entidad, hay otras con mayor productividad, como la frambuesa, que el pasado ciclo agrícola tuvo un rendimiento promedio de 14.64 t/ha y un precio de 17,105 pesos; es decir, 250,417 pesos por hectárea.

En el cultivo de fresa, Jalisco obtuvo un rendimiento promedio de 34.29 t/ha con un precio promedio de 10,536 pesos/ t; es decir, un ingreso de 361,279 pesos/ha para los productores de este fruto. La zarzamora fue otro cultivo de alto rendimiento, con una productividad promedio de 17.13 t/ha a un precio de 12,004 pesos/t, lo que supone un valor de 205,628 pesos/h.

No obstante, la reconversión de cultivos no es tan sencilla ni tan accesible para la mayoría de los productores. De acuerdo con Fernando Nava, director de Hortofrutícola de la Seder, para cultivar *berries* se requiere una inversión inicial promedio de 1 millón 100,000 pesos, ya que este tipo de cultivos requiere la instalación de macrotúneles, riego, perforación de pozos y acolchados, entre otros requerimientos. Por otra parte, expuso, si se pretende cultivar es necesario contar con certificaciones y de antemano tener la conexión previa con las empresas que garanticen la comercialización de las frutillas.

Actualmente Jalisco es el principal productor nacional de frambuesa y arándano con 1,512 y 611 hectáreas cultivadas, respectivamente, mientras de fresa tiene cultivadas 480 hectáreas y de zarzamora 431. En total, el estado cuenta con 4,000 hectáreas y 1,000 productores dedicados a las *berries*, pero el estado proyecta crecer 3,000 hectáreas adicionales en tres años, debido a la demanda en los mercados internacionales.

Los principales mercados para la exportación de *berries* jaliscienses son Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá y Japón.

Los estudios anteriores permitieron resaltar que los resultados económicos de una plantación de arándano en México son muy rentables y hacen que sea el cultivo de mayor rentabilidad de la industria hortofrutícola, no sólo mexicana sino que de los otros países competidores, esto

permitió decidir la implementación de métodos de conservación que permitan lograr alcanzar nuevos mercados.

2.2 Marco teórico

En este apartado se presentan los fundamentos básicos, teorías, modelos, sobre los cuales se integra la investigación, basados en los conceptos que representan un enfoque determinado del cual se deriva la explicación del fenómeno o problema planteado y establecer los conocimientos a partir de los que se obtendrán los resultados.

2.2.1 Tecnología de barreras

Las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos. Este deterioro puede ser causado por microorganismos y/o por una variedad de reacciones físico-químicas que ocurren después de la cosecha. Sin embargo, la prioridad de cualquier proceso de conservación es minimizar la probabilidad de ocurrencia y de crecimiento de microorganismos deteriorativos y patógenos (Alzamora, *et al.*, 2004).

Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Tales factores son la acidez (bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes (Alzamora, *et al.*, 2004).

Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados mecanismos homeostáticos, actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aun cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente (Leistner y Gould, 2002). Para ser efectivos, los factores de conservación deben superar la resistencia microbiana homeostática.

2.2.2 Aplicaciones

Las tecnologías combinadas se están usando cada día más en el diseño de alimentos, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, con varios objetivos de acuerdo a las necesidades (Alzamora, *et al.*, 2004), en las distintas etapas de la cadena de distribución, durante el almacenamiento, procesamiento y/o envasado, como una medida de *back-up* en los productos mínimamente procesados de corta vida útil para disminuir el riesgo de patógenos y/o aumentar la vida útil, como una herramienta para mejorar la calidad de productos de larga vida útil sin disminuir su estabilidad microbiológica (uso de coadyuvantes al calor para reducir la severidad de los tratamientos térmicos en los procesos de esterilización).

2.2.3 Recubrimientos comestibles

La aplicación de técnicas que permitan controlar los factores alterantes en frutas frescas cortadas es actualmente objeto de muchas investigaciones en el campo de ciencia y tecnología de los alimentos (Alzamora *et al.*, 2000). En este sentido, deben aplicarse técnicas de conservación, que combinadas o no, puedan mantener o mejorar las características originales del producto, alargando su vida útil sin que se pierdan las características sensoriales y nutricionales, asegurando además su estabilidad microbiológica. Es aquí donde el uso de recubrimientos comestibles y películas comestibles sobre la superficie y el tejido cortado de la fruta constituye una interesante alternativa, ya que su aplicación favorece el control de los procesos respiratorios típicos de los tejidos vivos, controla los procesos de deshidratación, permite el transporte de agentes antioxidantes, la incorporación de compuestos antimicrobianos y más recientemente, la incorporación de otras sustancias que podrían mejorar las características del producto final, tales como nutrientes, saborizantes y hasta microorganismos benéficos. Aunado a esto, los sectores científicos, gubernamentales e industriales han incrementado su interés en la aplicación en productos frescos, basándose principalmente en la ventaja que supone para el medio ambiente el evitar la utilización de materiales de envasado no renovables (Rojas, 2006).

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora (Ramos – García, *et al.*, 2010). Por otra parte una película comestible es

definida como una capa delgada de material comestible formada como un película preformada sobre o entre los componentes del alimento (Arredondo, et al., 2005). Olivas y Barbosa-Cánovas (2005) señalaron que los recubrimientos comestibles deben cumplir una serie de requerimientos para poder ser empleados en frutas frescas cortadas, entre los que se encuentran: estar constituidos por sustancias GRAS (generalmente reconocidos como seguros), ser estables bajo condiciones de alta humedad relativa, ser una buena barrera al vapor de agua, al oxígeno y al dióxido de carbono, presentar buenas propiedades mecánicas y de adhesión a la fruta, ser sensorialmente aceptable, ser estable tanto desde el punto de vista físico-químico como microbiológico, además de poseer un costo razonable. Un recubrimiento comestible es definido como una capa delgada de material comestible formado como un revestimiento sobre el alimento, mientras una PC es una capa preformada y delgada elaborada con material comestible y la cual una vez elaborada puede ser colocada sobre el alimento o entre los componentes del mismo (McHugh, 2000). La principal diferencia entre ambos sistemas comestibles es que los RC son aplicados en forma líquida sobre el alimento, generalmente por inmersión del producto en una solución, y las PC son en primer lugar preformadas como láminas sólidas las cuales son posteriormente aplicadas en forma de recubrimiento sobre el alimento (Rojas, 2006).

Las películas comestibles poseen propiedades mecánicas, generan una barrera frente al transporte de gases y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices (Vasconez, *et al.*, 2009).

Carrasco, *et al.*, (2002) mencionan un concepto que fusiona las definiciones anteriores: las PC son capas delgadas de un material biopolímero (proteína o polisacárido como una solución hidrocoloíde, o como una emulsión con lípidos), que son aplicadas sobre la superficie de un alimento en adición o reemplazo de la corteza natural y que se comportan principalmente como barreras que reducen la difusión de gases (O₂ y CO₂, vapor de agua), permitiendo extender la vida útil del alimento. Existen una serie de requerimientos que deben cumplir las películas comestibles para poder ser aplicadas a un alimento (Martin, *et al* 2009).

- Alta calidad sensorial, debe mejorar la apariencia.
- Eficientes propiedades mecánicas y de barrera, tanto de vapor de agua como a los gases.
- Buenas propiedades de adhesión.
- Alta estabilidad bioquímica, físico-química y microbiana.
- Adecuado soporte para aditivos: antioxidantes, saborizantes, colorantes, nutrientes y antimicrobianos.
- Inocuidad.
- Bajo costo de materia prima y proceso
- Tecnología simple de producción y no contaminante.

Torres, (2005), menciona que las películas comestibles tienen diversas propiedades funcionales (Figura 2.1), entre las que se encuentran:

- Retardar la migración de la humedad
- Controlar el transporte de gases (O_2 , CO_2 y etileno) y retener componentes volátiles.
- Reducir la migración de aceites y grasas.
- Reducir el transporte de solutos.
- Mejorar las propiedades mecánicas y de manejo del alimento, además de impartir una mayor integridad a la estructura del alimento.
- Proveer integridad estructural a los alimentos.
- Retener los componentes volátiles.
- Servir de vehículo de aditivos en alimentos.

La opinión generalizada de diversos autores es la característica funcional más importante la resistencia a la pérdida de humedad.

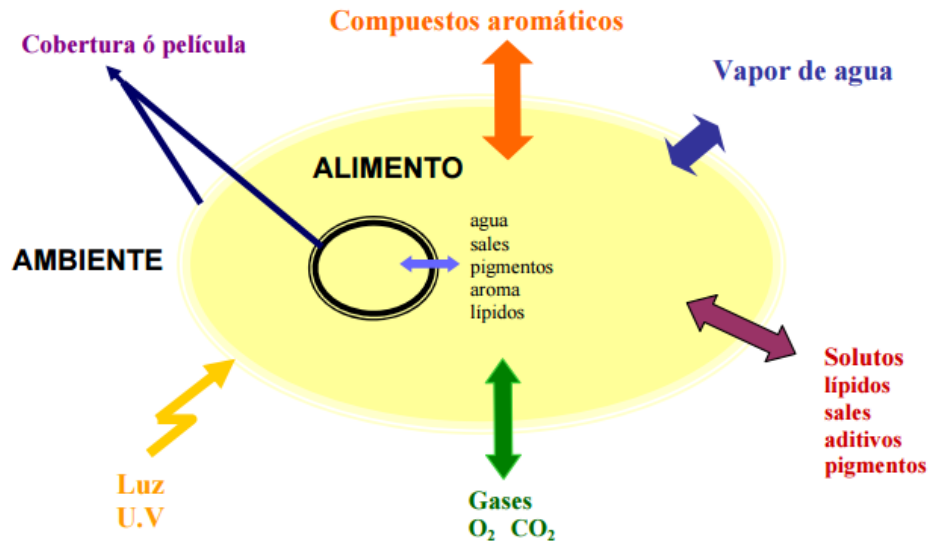


Figura 2. 1 Funciones selectivas de las películas comestibles
Fuente: Martín (2005).

Diversos estudios reconocen la importancia de evaluar las matrices preformadas (películas comestibles), con la tarea de cuantificar diversos parámetros como propiedades mecánicas, ópticas y antimicrobianas a fin de determinar las posibilidades de su aplicación como nuevo empaque, crea una atmosfera modificada que restringe la transferencia de gases (O₂, CO₂) y se convierte en una barrera para la transferencia de compuestos aromáticos (Quintero, *et al.*, 2010).

El empaque desempeña un papel fundamental sobre la conservación, distribución y marketing. Algunas de sus funciones son contener el alimento y protegerlo de la acción física, mecánica, química y microbiológica. Una película comestible tiene la capacidad de trabajar sinérgicamente con otros materiales de embalaje para conservar los parámetros de calidad tales como aceptabilidad comercial, pérdida de peso, firmeza, color de la superficie del alimentos y calidad nutritiva (e. g. contenido de vitamina C, flavonoides totales), (Vina, *et al.*, 2007).

El uso de las películas comestibles en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas

características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto semipermeable al flujo de gases, resistencia estructural al agua, microorganismos y su aceptabilidad sensorial.

Las características son influenciadas por parámetros como el tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de cargas), las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras) tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes) (Martin, *et al* 2009).

El empleo de películas comestibles en la preservación de los alimentos se remota décadas atrás. Las cubiertas de cera sobre productos frutícolas han sido usadas en China desde el siglo XII para mejorar la calidad y conservación de frutas (Torres, 2005) mientras que la aplicación de cubiertas sobre carnes para prevenir su concentración, ha sido una práctica usual al menos desde el siglo XVI, las carnes cortadas eran cubiertas con grasas para su conservación (Quintero, *et al.*, 2010).

En el siglo XIX la sacarosa era aplicada como una cubierta comestible protectora sobre nueces, almendras y avellanas para prevenir la oxidación y la rancidez durante su almacenamiento (Martin, *et al.*, 2005). Actualmente el sector científico, el gobierno y la industria privada han incrementado su interés en la aplicación de películas comestibles en nuevos productos.

También menciona que este interés parte de los consumidores, quienes demandan, cada vez, alimentos de alta calidad. Por tanto, los productores de alimentos necesitan nuevas técnicas para el almacenamiento de sus productos y al mismo tiempo la ventaja que supone para el medio ambiente el no utilizar materiales de envasado biodegradables y por último a la oportunidad para crear nuevos productos mediante el empleo de diversos ingredientes. La aplicación más importante de películas y cubiertas comestibles desde 1930, consiste en el uso de la emulsión hecha con cera y aceites en agua que se esparce sobre las frutas para mejorar su apariencia (brillantez, color y suavidad), servir de vehículo de funguicidas, proporcionar un mejor control de su maduración y retardar la pérdida de agua.

2.2.4 Clasificación de películas comestibles

Las películas más comunes son aquellas que se aplican a las frutas para sustituir la cera natural que se ha eliminado durante el lavado y cepillado de las mismas. Este tipo de películas están compuestas, en general, por mezclas de diferentes resinas o ceras, naturales o sintéticas y se aplican a frutas enteras y mínimamente procesadas para alargar su vida útil durante su almacenamiento. En cuanto a las películas comestibles el campo de aplicación se amplía enormemente, esta tecnología permite diseñar y formular productos que se adapten según la forma de aplicación (directamente en campo, durante la confección en almacenamiento o en el envasado) y el tipo de producto al que vayan destinados (entero, troceado, mínimamente procesado). Así las películas comestibles dependiendo del tipo de compuesto que incluyen su formulación pueden agruparse en tres categorías (Pastor et al., 2005):

Hidrocoloides. Por lo general forman películas con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (O₂ y CO₂), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua.

Lípidos. Formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades de barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar *films*. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor.

Compuestos. Formulaciones mixtas de Hidrocoloides y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes. En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los Hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O₂ y CO₂, la duración del *film* y la buena cohesión estructural o integridad del *film*.

Se pueden incorporar otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales de la cubierta (plastificantes) y que faciliten su obtención como surfactantes y emulsionantes. Otra gama de ingredientes de las películas comestibles, que se adicionan para mejorar las propiedades de las coberturas son los antioxidantes, antimicrobianos y reafirmantes de la textura. Se ha demostrado que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando forman parte del recubrimiento que cuando son aplicados en soluciones acuosas mediante

dispersión o inmersión, las coberturas pueden mantener los aditivos en la superficie del alimento durante más tiempo (Oregel, 2013). Además pueden clasificarse de acuerdo a sus constituyentes o componentes en:

Películas simples. También llamadas coberturas simples están formadas por un solo constituyente de alguno de los principales grupos empleados para tal fin, tales como: polisacáridos, proteínas o lípidos, entre otros.

Películas compuestas. Debido a las ventajas y desventajas de las diferentes formulaciones con el fin de mejorar el uso individual de dichos compuestos. En estas películas compuestas o de bicapas, dos o más materiales se combinan para mejorar el intercambio de gases, la adherencia y las propiedades de permeabilidad a la humedad. Así se habla de películas compuestas que son definidas como películas o cubiertas cuya estructura es heterogénea, es decir, compuestas por una matriz continua con algunas inclusiones, tales como glóbulos de lípidos en el caso de una emulsión o partículas sólidas en el caso de sustancias solubles (fibras, proteínas hidrofóbicas) o compuestas por algunas capas (Martin, 2005)

En el caso de las películas comestibles conformadas por los hidrocoloídes y lípidos, estos últimos proveen las propiedades de barrera contra la transmisión de vapor de agua mientras los Hidrocoloides proporcionan dureza a la película (Quintero, *et al.*, 2010).

Películas bicapa o multicapa. Estas tienen la ventaja de poseer una buena barrera al vapor de agua, proporcionada por una capa lipídica, buenas propiedades de permeabilidad a los gases y textura no grasosa que proporciona la capa de polisacárido (Sánchez, *et al.*, 2008). Las películas en bicapas se aplican mediante una técnica de recubrimiento por laminación, en la cual se hace la inmersión de la fruta en otra solución de naturaleza lipídica o en una solución cálcica, entre otras.

Emulsiones. Otra forma de aplicar películas compuestas, es mediante la técnica de recubrimiento por emulsión, en el cual se prepara un homogeneizado con la solución formadora de película y la adición de lípidos. Una emulsión es un sistema heterogéneo en donde un líquido inmiscible es dispersado en forma de gotas en otro líquido (Sánchez, *et al.*, 2008). Es una técnica utilizada para formar películas y cubiertas compuestas.

Composición de películas comestibles. Las películas comestibles se han clasificado con base en el material estructural, de modo que se habla de películas basadas en proteínas, lípidos, carbohidratos o compuestas. Un *film* (película) compuesto consiste en lípidos e hidrocoloídes combinados para formar una bicapa o un conglomerado (Sánchez, *et al.*, 2008). En estudios recientes las tecnologías de películas comestibles y biodegradables contemplan la producción de películas mediante la combinación de diversos polisacáridos, proteínas y lípidos, con la tarea de aprovechar las propiedades de cada compuesto y la sinergia entre los componentes implementados, las propiedades mecánicas y de barrera dependen de los compuestos que integran la matriz polimérica y de su compatibilidad (Altenhofen, *et al.*, 2009).

En seguida se referencian algunos polisacáridos, así como hidrocoloídes de naturaleza proteica que han sido objeto de investigación como películas comestibles estos son: carboximetilcelulosa, caseína (Ponce, *et al.*, 2008), pectina y su mezcla junto a alginato de sodio y el efecto de la adición de CaCl_2 como material entrecruzante (Moftoonazad, *et al.*, 2007; Altenhofen, *et al.*, 2009), goma tragacanto, goma guar, etilcelulosa, goma de mezquite (Bosquez – Molina, *et al.*, 2010), gluten de trigo (Tanada y Grosso, 2005), gelatina adicionada con glicerol, sorbitol y sucrosa como plastificantes (Arvanitoyannis, *et al.*, 2001), aloe vera (Altamirano, *et al.*, 2013) y películas comestibles multicomponentes de gelatina-caseína entrecruzadas con transglutaminasa (Chambi y Grosso, 2006).

También han surgido almidones con interés como el de yuca plastificado con glicerol, polietilenglicol (Parra, *et al.*, 2004) e incorporado con compuestos antimicrobianos naturales (Kechichian, *et al.*, 2010) y almidón de maíz estándar y pre-gelatinizado hacen parte de los biopolímeros de interés por su bajo costo y accesibilidad (Pagella, *et al.*, 2002).

Los polisacáridos y las proteínas son buenos materiales para la formación de películas comestibles, muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, pero presentan una pobre capacidad de barrera frente a la humedad. Este problema no se encuentra en los lípidos dados sus propiedades hidrofóbicas, especialmente los que poseen puntos de fusión altos como la cera de abeja y la cera carnauba (Morillon, *et al.*, 2002).

Para superar la pobre resistencia mecánica de los compuestos lipídicos, estos pueden ser usados en asociación con materiales hidrofílicos mediante la formación de una emulsión o a

través de la laminación de la película hidrocoloíde con una lipídica. Hay que tener en cuenta que la eficiencia de una película comestible frente a la humedad no puede ser simplemente mejorada mediante la adición de materiales hidrofóbicos a la formulación, a menos que se logre una capa lipídica homogénea y continua dentro o sobre la matriz hidrocoloide (Karbowlak, *et al.*, 2007).

Las películas basadas en emulsiones son menos eficientes en el control de la transferencia de agua que las películas bicapa, debido a que no se logra una distribución homogénea de los lípidos. Sin embargo, exhiben buena resistencia mecánica y requieren un sencillo proceso durante la manufactura y la aplicación; en cambio, las películas multicapa requieren un conjunto de operaciones que dependen del número de recubrimientos.

Se ha demostrado para películas basadas en emulsiones que cuanto menor sea el tamaño de las partículas o glóbulos de lípidos y de forma más homogéneamente distribuidos, menor será la permeabilidad al vapor de agua (Quintero, *et al* 2010 y Oregel, 2013). Sin embargo la permeabilidad al vapor de agua es a menudo cercana a los valores que presentan las películas de proteínas o polisacáridos (Morillon, *et al.*, 2002).

2.2.5 Polímeros de importancia

Mucílago. Polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas; geles en agua. Los mucilagos son constituyentes normales de las plantas y su uso en las películas comentables ha sido muy estudiado.

Aloe vera. El gel extraído de la pulpa de *Aloe barbadensis miller* ha recibido un especial interés por la capacidad de actuar como recubrimiento (Valverde, *et al.*, 2005), su actividad antioxidante como respuestas a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica (Lee, *et al.*, 2000) y el hecho de que genera 4 y 2 reducciones en el crecimiento del micelio de mohos tales como *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinérea* y *Alternaria alternata* a concentraciones del gel 250 ml/L (Castillo, *et al* 2010).

Otro mucílago empleado en la elaboración de películas es el extraído del cactus, este tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de agua, disolverse y dispersarse por sí mismo y

formar soluciones viscosas (Valle, *et al.*, 2005) desarrollaron un recubrimiento comestible a partir de mucilago de cactus (*O. ficus indica*) con el fin de extender la vida útil de fresas. Este recubrimiento no afectó la calidad sensorial de las frutas recubiertas, manteniendo además su color y firmeza original durante el almacenamiento.

2.2.6 Origen del arándano

El arándano es originario de Norteamérica, donde se tienen registros del cultivo desde 1900 con la clasificación botánica e incluyéndolo en diversos programas de selección y propagación (Gallardo, 2013 y Figueroa, 2005).

Las primeras plantaciones comerciales de la especie *Vaccinium ashei* Reade, en Estados Unidos se presentaron en 1893 en Florida, aunque sin gran éxito dadas las características del fruto: tamaño pequeño, pulpa arenosa y falta de sabor. Hasta 1940 el departamento de Agricultura de estados Unidos, realizó estudios con variedades desarrolladas para mejorar la calidad de fruto (Gallardo, 2013).

2.2.7 Clasificación botánica

El arándano, es un fruto carnosos simple, con el pericarpio comestible, es una baya que pertenece a la familia de las Ericáceas del genero *Vaccinium*, el cual está formado por docenas de plantas que producen bayas de color obscuro, azuladas (Figura 2.2) o rojizas, ricas en antocianinas y pigmentos vegetales que les confiere su color característico. Representan frutos simples carnosos derivados de un ovario, con uno o varios carpelos y óvulos y donde por lo general hay muchas semillas en la pulpa (Figura 2.3). El epicarpio es la cascara del fruto, mientras que el mesocarpio y endocarpio se fusionaron en varios casos por lo que no resulta fácil distinguirlos en la pulpa. El ovario es siempre superior en estas flores, tienen uno o más carpelos dentro de una cubierta fina y los interiores muy carnosos (Figueroa, 2005).

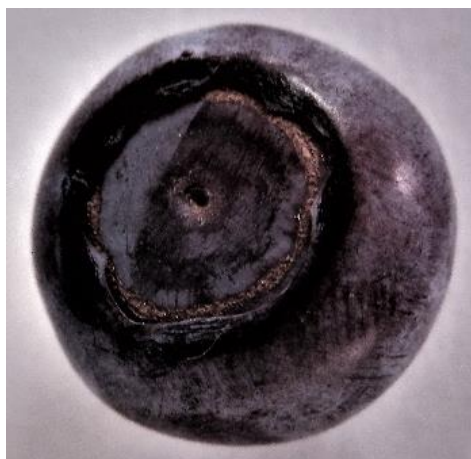


Figura 2. 2 Morfología externa arándano azul

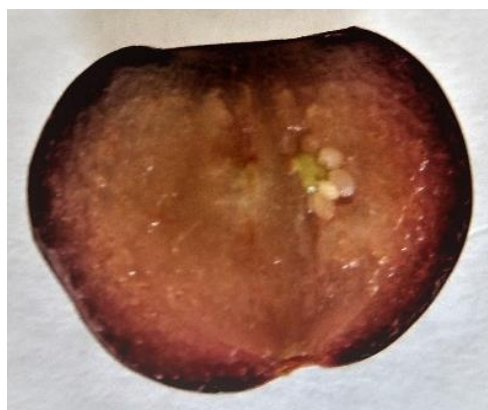


Figura 2. 3 Morfología interna del arándano (corte longitudinal)

Los altos beneficios nutricionales de los arándanos son ampliamente reconocidos y respaldados por investigaciones científicas. De hecho, hoy este *berry* es mundialmente conocido como la “Súperfruta del Siglo XXI”. Su alto contenido de antioxidantes le confiere importantes cualidades, convirtiéndolo en un elemento natural para combatir diversas enfermedades. Se sabe que los antioxidantes ayudan a combatir los denominados radicales libres, los cuales al estar presentes en el organismo generan daño celular, estando vinculados, a la aparición del cáncer.

Los arándanos también ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares y su consumo aumenta el nivel de colesterol “bueno” en la sangre. Paralelamente, la Vitamina C que posee contribuye a mejorar el sistema inmunológico (Cataldo, 2011).

Los arándanos son frutos muy perecederos, debido principalmente a la tasa de respiración, se considera que son climatéricos, denominación que reciben aquellos frutos que presentan un marcado aumento en la actividad respiratoria, el cual se produce con posterioridad a la cosecha, si son recolectados en madurez fisiológica. Sin embargo otros investigadores, consideran que los arándanos son frutos no climatéricos, debido a que no han detectado cambios pronunciados en la respiración durante la maduración. Por otro lado Hobson, los sitúa en una posición intermedia en un sistema de clasificación que ubica a algunos “*berries*” en tercer grupo, que incluye a aquellos frutos en los que la respiración es máxima en los estados maduros a sobre maduro, en el periodo final de maduración de los arándanos se intensifica el color de la epidermis y se produce un incremento de la respiración (Godoy, 2004).

Por otro lado Kerder (2007) clasifica a los arándanos en una tasa de respiración moderada en condiciones de almacenamiento a 5 ° C donde se pueden localizar algunos otros productos hortofrutícolas. En la tabla 2.2 se enlistan las condiciones que presentan en su proceso fisiológico los productos de mayor importancia en el mercado. Los arándanos por su respiración son frutos climatéricos, en los que sobreviene muy rápidamente la sobre madurez, son susceptibles al desarrollo de enfermedades en su mayoría causada por hongos, produciendo importantes pérdidas comerciales (Cruañes y Locaso, 2011).

Tabla 2. 2 Productos hortofrutícolas y ornamentales clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración

Clase	Rango a 5°C (mg CO₂/Kg·h)*	Productos
Muy bajo	<5	Dátiles, frutas y hortalizas secas, nueces.
Bajo	5-10	Manzana, betabel, apio, cítricos, arándano agrio, ajo, uva, kiwi, cebolla, papaya, calabaza.
Moderado	10-20	Albaricoque, Plátano, arándano azul, melón, zanahoria, cereza, pepino, higo, uva, lechuga, mango, nectarina, aceituna, durazno, pera, ciruela.
Alto	20-40	Aguacate, Zarzamora, Zanahoria (con hojas),

Muy alto	40-60	coliflor, lechuga, lima, rábano, fresa. Alcachofa, germinados de frijol, brócoli, col de Bruselas, Chirimoya, cebollita, maracuyá, ejote.
Extremadamente alto	>60	Espárrago, champiñón, perejil, chícharo, espinaca, elote.

NOTA: Calor vital (BTU/t/24 h) = mg de CO₂/Kg x 220/calor vital (Kcal/1000 Kg/24h) =mg de CO₂/Kg) x 61.2
Fuente: Kader, (2007).

2.2.8 Variedades

Gulf Coast. Fue puesta a la venta en 1987 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Tiene una estación de cosecha muy temprana (igual que “Sharpblue”), requiere de 200-300 horas de frío, produce frutos de tamaño mediano, los pedicelos tienden a quedarse unidos a los frutos durante la cosecha.

Jewel. Fue patentada y puesta a la venta por el programa de cultivos de la Universidad de Florida y tiene un requerimiento de frío muy bajo, madura tempranamente y produce frutos de gran calidad. La recolección de los frutos va de abril a mayo, tiene una producción de un gran número de yemas florales y hojas en la primavera. La calidad es excelente, pero tienden a ser ácidos antes de madurar completamente.

Millena. Fue puesta a la venta y patentada por el programa de mejoramiento de cultivos de la Universidad de Florida en 2001. Tiene un vigor alto a mediano y crece de forma extendida. Produce gran cantidad de yemas florales, los frutos varían de grandes a muy grandes, en arbustos con numerosas hojas y que no estén muy cargados de frutos. Estos son firmes, el sabor es bueno, aunque puede ser algo insípido en las plantas con pocas hojas o sobrecargadas de frutos.

Sharpblue. Dado a conocer en 1976, requiere de 150 horas de frío y su producción es moderada. Los frutos son de tamaño mediano y alta calidad si se manipulan cuidadosamente. Es susceptible a varias micosis que producen manchas en las hojas.

Ojo de Conejo. Es originaria y cultivada en el sur de Estados Unidos, son arbustos que alcanzan alturas de hasta 4 m, tolerantes a temperaturas altas, sequias, variación del pH del suelo y presentan gran adaptabilidad. Los frutos presentan mayor firmeza y vida de anaquel respecto a las otras variedades, son menos susceptibles a la pudrición de la raíz por *phytophthora*, su floración es en primavera. Requieren menos materia orgánica y cobertura vegetal y son generalmente más vigorosos. El fruto de estos cultivares no se autopolinizan y requieren por lo tanto de polinización cruzada con otros cultivares del mismo tipo. Entre las principales desventajas de la variedad, esta la susceptibilidad al frío, tendencia del fruto a partirse durante periodos húmedos y las flores presentan problemas de autofertilidad lo cual implica la necesidad de intercalar dos o más variedades para lograr polinización cruzada (Portillo, 2013).

2.2.9 Manejo agronómico

El cultivo del arándano se ha detonado como un impulso al desarrollo económico regional en los diversos estados donde está presente. Las huertas se han establecido con un sistema de plantación tradicional (2.5 X 2.5 m) lo anterior es acompañado de diversas actividades culturales que se describen a continuación en la Tabla 2.3, la ejecución de las buenas prácticas agrícolas se reflejarán en los índices de los rendimientos de producción.

Tabla 2. 3 Manejo agronómico del arándano

Preparación del terreno	Los arándanos requieren suelos con un pH de entre 4.0 y 5.5. El control de malezas, provee de protección contra daños mecánicos y adiciona materia orgánica al suelo (López, 2009).
Propagación	La propagación por estacas se hace utilizando ya sea madera dura (estacas cortadas durante el periodo de dormancia), o madera suave (estacas cortadas de laterales en crecimiento activo), cuyo tamaño puede ser de 5 a 6 yemas. El tamaño ideal de las estacas debe ser con 5 o 6 yemas y con diámetro mayor a 5 cm. La por hijuelos de raíz, deben provenir de plantas madres sanas, vigorosas y con características deseables (López, 2009).

Acolchado	Es una practica que consiste en utilizar corteza de pino, aserrin y astillas de madera, que se aplican en capas de 15 cm después de la plantación, lo cual aumenta el contenido de materia orgánica, estabiliza la humedad y la temperatura del suelo, además de contribuir con el control de malezas (López, 2009).
Riego	La mayor absorción de agua por los <i>berries</i> se efectua cercana al tronco o tallo en los primeros 20 a 30 cm del perfil del suelo. La planta de arándano carece de pelos radicales, lo que restringe la capacidad de absorción de agua y hace que la especie sea sensible a daño por sequia. Su mayor exigencia es en periodo de crecimiento y maduración de los frutos (Sanchez, 2010).
Poda	Factor muy importante para facilitar la renovación anual de ramas y obtener cosechas de calidad, promueven el crecimiento de madera nueva e influye en el crecimiento de las raices. No debe ser severa, se selecciona la rama más alta y fuerte y se poda a la mitad de su tamaño, eliminando las ramas pequeñas y débiles en la base de la planta, (López, 2009). Cuando las podas son severas, estimulan una respuesta vigorosa de nuevos crecimientos de ramas, la raíz reduce su desarrollo como resultado de una posible competencia por agua, nutrientes, reservas, etc. (Díaz, 2002).
Polinización.	Los cultivares de arándano con elevado nivel de polinización producen fruta de calibre grande y con muchas semillas, que aquellos autopolinizados (Sánchez, 2010)
Amarre de frutos.	Para asegurar el máximo amarre de frutos, es indispensable tener una adecuada formación de la flor que asegure su calidad al salir. Después son importantes la llegada del polen al estigma, la germinación y crecimiento del tubo polínico, la fecundación y el desarrollo de las semillas (Díaz, 2002).

Desarrollo del fruto. El crecimiento del ovario se inicia desde la apertura de la flor, habiendo divisiones celulares independientemente de que haya o no fecundación; el amarre se asegura si la flor es polinizada y fecundada por lo que el desarrollo del fruto continuara de una manera acelerada. El crecimiento se define como un aumento cuantitativo irreversible en el tiempo y que se puede expresar en peso, volumen, diámetro, longitud, etc. (Díaz, 2002).

2.2.9.1 Producción orgánica

En la región de Zacatlán, los huertos con manejo orgánico requieren labores agronómicas mínimas, debido a que no ocupan ningún tipo de fertilización química, la forma de abonar es mediante composta orgánica, que se coloca en cada planta antes de la floración. El “cajeteo” consiste en agregarle tierra a la planta seguida de un chapeo, a fin de eliminar las malezas, lo cual se refuerza con el encalado que además minimiza la incidencia de plagas y enfermedades. Para evitar la entrada de animales y mantener un huerto en adecuadas condiciones sanitarias, se colocan mallas o alambre para finalmente realizar algún tipo de podas facilitando la floración, el amarre y desarrollo de frutos y la posterior recolección (Portillo, 2013).

2.2.9.2 Producción convencional

Los arándanos responden mejor a las fertilizaciones frecuentes y ligeras. Pueden morir o dañarse con la fertilización excesiva. Es mejor comenzar con fertilizaciones ligeras e incrementar gradualmente las cantidades de fertilizante, a medida que se adquiera experiencia con el tipo de suelo que posee y el fertilizante que se utiliza (Portillo, 2013).

Los nutrientes de mayor importancia para los *berries* son el Potasio (K), Nitrogeno (N) y el Calcio (Ca), lo que determina su importancia en el rendimiento y calidad. El nitrógeno amoniacal en la planta favorece en los componentes de proteína, clorofila, enzimas y estimula el desarrollo vegetativo. El K favorece la regulación osmótica y transporte de azúcares al fruto. El Ca participa en la firmeza y estructura de las células de la planta (Sanchez, 2010).

2.2.10 Tecnologías poscosecha

El manejo poscosecha se define como el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos, tendientes no solo a movilizar el producto cosechado desde el productor hasta el consumidor, sino también y más que todo a proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo a su propio comportamiento y características físicas, químicas y biológicas, durante todo su periodo de post recolección: cosecha, acopio local o en finca, limpieza, selección, clasificación, empaque (Blandón, 2012). Esta se inicia en el momento en el que el producto es sacado del campo y se acondiciona para su transporte a un centro de acopio. El objetivo de la poscosecha es preparar el producto reduciendo el calor de campo, a fin de consolidar un volumen determinado para su envío a empaque (Portillo, 2013).

2.2.10.1 Refrigeración

El enfriamiento tiene por objeto “quitar el calor de campo” que trae el producto como consecuencia de su metabolismo, más el calor que absorbe del medio. Para retardar el proceso de maduración, el enfriamiento puede hacerse antes o después del empaque. Este proceso previo detiene más rápido la respiración, pero tiene mayor costo porque se aplica a partes que se eliminan durante el empaque. La sensibilidad al frío varía en cada producto, por lo que pueden requerirse procesos, temperaturas y tiempos diferentes para cada uno (Portillo, 2013).

La vida útil de los frutos durante la poscosecha puede ser aumentada mediante tratamientos como la refrigeración. Disminuir la temperatura contribuye a controlar la síntesis de etileno, que es la hormona encargada de regular la síntesis de las enzimas hidrolíticas (clorofilasa y amilasa) que degradan la lamina media de la pared celular y en consecuencia, se prolonga la vida útil del producto (Zamorano, 2000).

2.2.10.2 Congelación

En la congelación de los alimentos y otros materiales biológicos, primero se verifica la eliminación del calor sensible por enfriamiento, para después eliminar el calor latente de congelación. El daño por congelación resulta cuando los productos se mantienen por debajo de su temperatura de congelación. La alteración causada por la congelación generalmente provoca el colapso inmediato de los tejidos y la pérdida total del producto, siendo los cambios

de color interno y superficial, hundimiento, áreas acuosas, maduración de consumo heterogénea o incapacidad para adquirirla, desarrollo de sabores extraños e incidencia acelerada de hongos superficiales y pudrición, son los signos más comunes (Kader, 2007). En los arándano los daños por frío cuando se almacenan a temperaturas moderadamente bajas pero no de congelación (2°C ó 36°F) presentan una textura blanda y pulpa roja (Portillo, 2013).

2.2.10.3 Atmosferas modificadas

El envasado en atmósferas modificadas mejora la presentación del producto, los envases herméticos evitan el riesgo de goteos, transmisión de olores, se reduce la frecuencia de distribución, disminuir la reposición en los puntos de venta y las devoluciones del producto (Montti, 2010).

Las atmosferas modificadas se refieren al envasado en el cual se elimina el aire (vacío), o se sustituye con los gases deseados, las atmosferas modificadas mantienen la calidad y alargan la vida útil porque disminuyen la tasa respiratoria y por tanto, la velocidad de maduración (García, 2010). En las atmosferas modificadas o controladas (AC) se eliminan o añaden gases para crear una composición atmosférica alrededor del producto que difiera de aquella del aire (78.08% de N₂, 20.95% de O₂ y 0.03% de CO₂) (Kader, 2007).

Las condiciones de aplicación de las AM o AC para la zarzamora son en las cubiertas de los pallets durante el transporte entre los 0-5°C con 5-10% O₂ y 15-20 % de CO₂, el caso de los berries su uso es ilimitado en el transporte, para el arándano azul se recomienda una temperatura de 0-5°C y una composición de la AM de 2-5% O₂ y 12-20% O₂ y para el rojo 2-5°C, 1-2 % O₂ y 0-5% CO₂ (Kader, 2007).

2.2.10.4 Atmosferas controladas

Las atmosferas controladas se refieren a una circunstancia en la que se mantiene una atmosfera determinada durante el almacenamiento (García, 2010). El uso de la AC en el empaque y durante el transporte con un 15 a 20% de dióxido de carbono y un 5 a 10% de oxígeno, reduce el crecimiento de *Botrytis cinerea* (pudrición gris) y otros organismos degenerativos y reduce

la tasa de respiración y el ablandamiento de arándanos azules, frambuesas y zarzamoras, extendiendo así su vida poscosecha (Montti, 2010).

2.2.10.5 Encerado

Las ceras alimentarias se usan para sustituir algunas de las ceras naturales que se eliminaron con las operaciones de lavado y limpieza, estas pueden ayudar a reducir la pérdida de agua durante su manejo y comercialización (Portillo. 2013).

2.2.11 Variables respuesta

Las variables que se observan en el experimento se denominan variables de respuesta o dependientes. A continuación se definen las características de cada una de ellas.

2.2.11.1 Acidez titulable

Los ácidos orgánicos determinan el pH del fruto y contribuyen a la estabilidad del color, al igual que los azúcares, son componentes importantes del sabor. La acidez total titulable se incrementa durante el desarrollo hasta el estadio verde grande y luego disminuye hasta un mínimo en el estadio sobre maduro, debido principalmente a una reducción en el contenido de ácido málico (Villarreal, 2008).

2.2.11.2 Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales (SST) están integrados por diversos compuestos, en donde los azúcares y los ácidos orgánicos son los principales componentes. Los SST se incrementan conforme la fruta alcanza la madurez. Los niveles de SST en el fruto no son uniformes, sino que generalmente se incrementan a lo largo de su eje, desde la región del pedicelo hasta la región periférica del fruto y progresivamente, disminuyen los valores hacia la porción central. Los frutos pequeños contienen niveles más altos de sólidos solubles totales que los de mayor volumen (Altamirano, et al., 2013).

2.2.11.3 pH

El pH se utiliza de forma cuantitativa en química para medir el grado de acidez y alcalinidad de un elemento, este indicador es la concentración total de iones de hidrógeno cargados positivamente, cuantos más iones de hidrógeno existan en un alimento mayor será su acidez y menos salud para el cuerpo. El pH de los alimentos se puede obtener de diferentes maneras, la más utilizada es utilizar el instrumento llamado potenciómetro.

En general el pH determina qué tipo de microorganismo es capaz de crecer en el alimento. La mayoría de estos son capaces de sobrevivir en ambientes de pH de entre 4.6 y 9, caso todos los alimentos son naturalmente ácidos, por lo tanto la acidez de un producto alimenticio se utiliza como medio de conservación y mantener la seguridad alimenticia.

2.2.11.4 Color

El color es la característica más importante para evaluar la madurez y vida poscosecha, el color puede ser medido en un espacio tridimensional (Figura 2.4) compuesto por tres atributos: luminosidad, ángulo de tono y saturación.

La luminosidad es la cantidad de luz reflejada o transmitida dentro de un mismo tono situada en el blanco y en el negro, es decir claro, brillante o luminoso u oscuro. La saturación es la proporción del tono puro predominante, según la proporción de gris presente en el color. El ángulo de tono es el tipo de color o el nombre que se le asigna (azul, rojo, verde, etc).

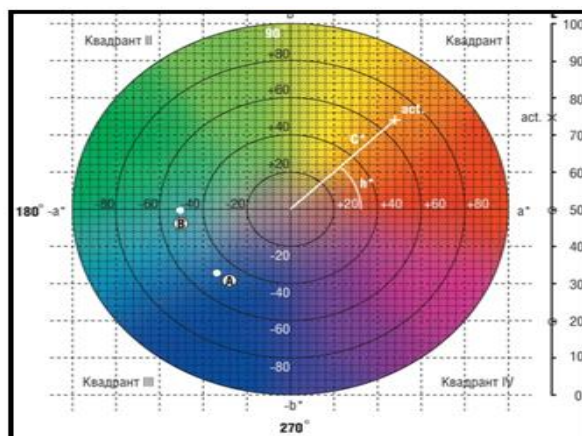


Figura 2. 4 Diagrama de cromaticidad del espacio de color
Fuente: Ramos (2014).

2.2.11.5 Pérdida fisiológica de peso

La mayoría de las frutas y hortalizas contienen entre 85 y 95% de agua, lo que las hace muy vulnerables al calor de la intemperie, sobre todo en verano. La pérdida de agua es la principal causa de deterioro, esta no solo resulta en una pérdida directa de peso comercial del fruto, sino que también afecta su apariencia y se presenta con síntomas de marchitamiento y ablandamiento de la piel, así como con manifestaciones de alteración en calidad nutricional. La pérdida de solo 5% de agua produce marchitez y arrugamiento de los tejidos superficiales, con pérdida del valor comercial del producto. La pérdida del agua de los tejidos es irrecuperable e implica la pérdida de peso y de apariencia por arrugamiento, flacidez, jugosidad y calidad nutricional. Solo la inmersión prolongada en agua puede, en ciertos productos, recuperarla parcialmente (Portillo, 2013).

2.2.11.6 Índices de daño mecánico

También conocido como daño físico, se refiere al daño de la superficie por mullugamiento por impacto, por vibración y otros, son los principales causantes del deterioro. El oscurecimiento de los tejidos dañados es el resultado de la ruptura de las membranas, que expone los compuestos fenólicos a la acción de la polifenol oxidasa. Los daños mecánicos no solamente son desagradables sino también aceleran la pérdida de peso, son sitios de entrada de infecciones fúngicas y estimulan la producción de CO_2 y C_2H_4 del producto (Kader, 2007).

Los daños mecánicos durante la cosecha pueden producir serios problemas, debido a la disposición del producto a pudriciones, incrementan su pérdida de agua y su tasa de respiración y producción de etileno conduciéndolo a un deterioro.

2.2.11.7 Índices de pudrición

El ataque de la mayoría de los organismos sigue al daño físico. En raras ocasiones, los patógenos pueden infectar tejidos aparentemente sanos y ser la causa primaria del deterioro. En general, las frutas y hortalizas muestran considerable resistencia a los patógenos potenciales durante la mayoría de su vida poscosecha. El inicio de la maduración de consumo en frutas y de la senescencia en todos los productos los hace susceptibles a la infección por patógenos (Kader, 2007).

2.2.12 Estudio Financiero

El estudio financiero es el análisis de la capacidad de una empresa para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo. Sirve para analizar un nuevo emprendimiento, una organización en marcha, o una nueva inversión para una empresa, como puede ser la creación de una nueva área de negocios, la compra de otra empresa o una inversión en una nueva planta de producción.

La viabilidad de una organización consiste en su capacidad para mantenerse operando en el tiempo. En las empresas, la viabilidad está íntimamente ligada con su rentabilidad. Hablamos de rentabilidad a largo plazo, dado que la viabilidad no necesariamente implica que siempre sea rentable. Usualmente hay períodos de tiempo en los que las empresas no son rentables. En los períodos iniciales de un emprendimiento, la empresa debe incurrir en costos que otorgan beneficios en el futuro, como la publicidad, costos de organización, compra de stock de materiales, etc. Pero debe haber una expectativa de obtener beneficios en el futuro.

Una parte importante es la capacidad de financiación de que dispone la empresa y el costo de la misma, ¿cómo puede obtener capital una empresa? Algunas formas pueden ser:

- Ingresos netos por operaciones
- Aportes de capital de los socios

- Incorporación de nuevos socios
- Disponibilidad de capital por aportes iniciales
- Disponibilidad de fondos por resultados acumulados
- Préstamos bancarios
- Préstamos gubernamentales
- Liquidación de activos
- Créditos de proveedores, etc.

2.2.12.1 Proyectos de inversión

Los criterios de evaluación de los proyectos de inversión se establecen con base en el origen de los recursos que se invertirán. Así, por ejemplo, si el motivo del proyecto es la existencia de excedente de recursos, el criterio que debe prevalecer es que la rentabilidad sea superior al costo de las fuentes de financiamiento. Pero, si las inversiones se hacen porque son necesarias, es decir, quizá no existen recursos monetarios suficientes pero la inversión es imprescindible, además de hacerla, es necesario obtener los recursos financieros necesarios con un costo de capital mínimo (Morales y Morales, 2009).

Por medio del estudio financiero se genera la información financiera y se calcula la rentabilidad del proyecto con base en las utilidades que posiblemente generará y el monto de la inversión. Las pruebas financieras que se utilizan son: periodo de recuperación, tasa simple de rendimiento, tasa promedio de rendimiento, valor actual neto, tasa interna de rendimiento, costo-beneficio e índice de rendimiento, entre otras.

En ocasiones, un proyecto de inversión específico no produce una rentabilidad superior al costo de las fuentes de financiamiento; sin embargo, se obtienen beneficios cualitativos que contribuyen a alcanzar ciertos objetivos organizacionales estratégicos. Por ejemplo, una empresa implementa el área de servicio a clientes, la cual, evaluada desde una perspectiva financiera, no genera los beneficios económicos necesarios para justificar su existencia; de acuerdo con este criterio, dicha área debería ser eliminada. No obstante, es preciso considerar los beneficios cualitativos que genera mantener dichas áreas dentro de las organizaciones, como clientes satisfechos con los productos y/o servicios que la organización le proporciona;

además, gracias a estas áreas de servicios, el número de clientes se mantiene en ascenso (Morales y Morales, 2009).

2.2.12.2 Objetivo del estudio financiero

El propósito de esta actividad consiste en elaborar información financiera que proporcione datos acerca de la cantidad de inversión, ingresos, gastos, utilidad de la operación del proyecto de inversión, nivel de inventarios requeridos, capital de trabajo, depreciaciones, amortizaciones, sueldos, etc., a fin de identificar con precisión el monto de inversión y los flujos de efectivo que producirá el proyecto. Todas estas tareas se realizan de acuerdo con el diseño del sistema de producción y organización que proponen los estudios de producción y de administración del proyecto, para evaluar la rentabilidad financiera del proyecto.

El plan de negocios reúne en un documento único toda la información necesaria para evaluar un negocio y los lineamientos generales para ponerlo en marcha. Es un documento escrito que define claramente los objetos de un negocio y describe los métodos que van a emplearse para alcanzar los objetivos, también llamado plan comercial de la empresa (Yvone, 2012).

Weinberg (2009), menciona que para evaluar un plan de negocios, se requiere comprobar los indicadores financieros, tales como:

- Rentabilidad
- Punto de equilibrio
- Periodo de recuperación

La evaluación de los resultados proyectados de la operación del proyecto mediante diversos indicadores financieros de evaluación. Los proyectos de inversión pueden evaluarse con base en el tiempo en que se recupera la inversión y su rentabilidad. Para ello es preciso considerar tres aspectos de medición de los proyectos de inversión:

- Métodos que no consideran el valor del dinero en el tiempo.
- Métodos que sí consideran el valor del dinero en el tiempo.

- Punto de equilibrio.

Dentro de los métodos que no consideran el valor del dinero en el tiempo existen los siguientes indicadores:

- Tasa simple de rendimiento.
- Periodo de recuperación.
- Tasa promedio de rendimiento.

Entre los métodos que sí se considera el valor del dinero en el tiempo es preciso analizar los siguientes indicadores:

- Valor actual neto.
- Tasa interna de rendimiento.
- Índice de rendimiento.
- Costo-beneficio.
- Periodo de recuperación con flujos netos de efectivo a valor actual.
- Índice de rendimiento o rentabilidad.

Este indicador representa el valor actual de los flujos de efectivo divididos entre la inversión inicial neta.

Su fórmula es la siguiente:

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FNE}{(1+i)^t}}{IIN - \left[\frac{VS}{(1+i)^n} \right]} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

IR = Índice de rendimiento

FNE = Flujo neto de efectivo

IIN = Inversión inicial neta

VS = Valor de salvamento

i = Tasa de interés

2.2.12.3 Balance General

Balance General pro forma contiene los rubros que constituirán los activos de la empresa, es decir, los bienes adquiridos y pasivos para realizar el proyecto.

Respecto a los rubros que componen cada cuenta se tiene:

Activos de la empresa: activo circulante son los bienes y recursos que se pueden convertir rápidamente en efectivo, dentro de los cuales se tienen efectivo en caja y bancos, cuentas por cobrar, inventarios y valores negociables; activo fijo son los bienes físicos o tangibles que se utilizan en la actividad productiva y comercial de la empresa tales como terreno, edificios y construcciones, maquinaria y equipo, equipo de transporte, equipo de oficina; activo diferido son los bienes intangibles necesarios para constituir y operar la empresa y que son útiles exclusivamente a ésta tales como: costos de estudios y proyectos, gastos notariales, gastos pre operativos, instalaciones, etc.

Dentro de los pasivos se tienen: pasivo a corto plazo (menor de un año), que están constituidos por aquellas deudas que la empresa tiene obligación de pagar en un plazo no mayor de un año tales como créditos bancarios a corto plazo, créditos de proveedores e insumos, amortización anual de créditos de largo plazo, provisión para impuestos y reparto de utilidades; pasivo a largo plazo, está formado por las deudas que la empresa tiene obligación de pagar en un plazo mayor de un año tales como créditos a mediano y largo plazo, obligaciones, acreedores hipotecarios. El capital contable para el proyecto estará constituido por: el capital social o las aportaciones efectivas de los socios, reservas legales y los superávit o déficit netos que resulten de la operación (Baca, 2006).

Estado de resultados o de pérdidas y ganancias

Es el estado financiero que muestra el aumento o la disminución que sufre el capital contable o patrimonio de la empresa como consecuencia de las operaciones practicadas durante un periodo de tiempo, mediante la descripción de los diferentes conceptos de ingresos, costos, gastos y productos que las mismas provocaron. La finalidad de este documento es dar a conocer los resultados que en determinado periodo obtiene la negociación o empresa en todas

sus operaciones de compra y venta de mercancías, mismas que a veces serán utilidades y a veces pérdidas.

La fuente de información para la elaboración del estado de resultados nos la proporcionan los saldos y cada una de las cuentas de resultados que se hayan afectado durante el ejercicio (Ávila, 2007).

2.2.12.4 Indicadores financieros

Los Indicadores Financieros son ratios o medidas que tratan de analizar el estado de la empresa desde un punto de vista individual, comparativamente con la competencia o con el líder del mercado.

La mayoría de las relaciones se pueden calcular a partir de la información suministrada por los estados financieros. Así, pueden ser utilizados para analizar las tendencias y comparar los estados financieros de la empresa con los de otras empresas. En algunos casos, el análisis de estos indicadores puede predecir quiebras futuras.

Estos se pueden clasificar de acuerdo a la información que proporcionan. Los siguientes tipos de indicadores se utilizan con especial frecuencia:

Indicadores financieros de liquidez, que proporcionan información sobre la capacidad de una empresa para cumplir con sus obligaciones financieras a corto plazo.

Ratios de rotación, indican la eficiencia con que la empresa utiliza sus activos.

Indicadores financieros de apalancamiento, que proporcionan una indicación de la solvencia a largo plazo de la empresa.

Indicadores financieros de rentabilidad, que ofrecen varias medidas diferentes del éxito de la empresa en la generación de beneficios.

Indicadores financieros sobre la política de dividendos, que dan una idea de la política de dividendos de la empresa y las perspectivas de crecimiento futuro (Requeijo, 2007).

ROI (Return On Investment)

Es la medida de responsabilidad que responde a la siguiente pregunta: ¿Se produce una rentabilidad financiera por invertir en un programa, proceso, iniciativa o solución de mejora de rendimiento? Es un indicador económico, lo que significa que tiene que ver con las matemáticas. El concepto de comparar los ingresos con la inversión se ha utilizado en los negocios durante siglos para medir el éxito de diversas oportunidades de inversión (Pulliam, 2007).

Entonces, el ROI es un valor que mide el rendimiento de una inversión, para evaluar qué tan eficiente es el gasto que estamos haciendo o que planeamos realizar. Existe una fórmula que nos da este valor calculado en función de la inversión realizada y el beneficio obtenido, o que pensamos obtener.

$$\text{ROI} = (\text{beneficio obtenido} - \text{inversión}) / \text{inversión}$$

Es decir, al beneficio que hemos obtenido de una inversión (o que planeamos obtener) le restamos el costo de inversión realizada. Luego eso lo dividimos entre el costo de la inversión y el resultado es el ROI. El valor de ROI es un ratio, por lo que se expresa en porcentaje.

El ROI es un parámetro muy simple de calcular para saber lo positiva que sea una inversión. Los valores de ROI cuanto más altos mejor. Si tenemos un ROI negativo es que estamos perdiendo dinero y si tenemos un ROI muy cercano a cero, también podemos pensar que la inversión no es muy atractiva.

VAN (Valor Actual Neto)

El VAN es la función financiera que calcula el valor actual neto de los flujos de caja futuros y periódicos de una inversión, a una tasa de descuento determinada. Para obtener el valor actual neto o VAN de la inversión, debemos restar el resultado de la función BNA la inversión inicial (Leiva, 2007).

El VAN mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Al determinar el VAN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no. El VAN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión. Incluso, si alguien nos ofrece comprar nuestro negocio, con este indicador podemos determinar si el precio ofrecido está por encima o por debajo de lo que ganaríamos de no venderlo.

La fórmula del VAN es:

$$\text{VAN} = \text{BNA} - \text{Inversión}$$

Donde el beneficio neto actualizado (BNA) es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento, entonces tenemos que:

$\text{VAN} > 0 \rightarrow$ el proyecto es rentable.

$\text{VAN} = 0 \rightarrow$ el proyecto es rentable también, porque ya está incorporado ganancia de la TD.

$\text{VAN} < 0 \rightarrow$ el proyecto no es rentable (Leiva, 2007).

TIR (Tasa Interna de Retorno)

Es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero o también, la tasa que iguala la suma de los flujos de entradas descontadas con la inversión inicial del proyecto (Leiva, 2007).

Es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir en porcentaje.

Punto de Equilibrio

Es cuando las ventas son iguales a los costos y gastos y la utilidad es cero. El cálculo de este punto es importante para las empresas pues define el nivel mínimo de operaciones que debe tener antes de empezar a perder. Para calcular el punto de equilibrio es necesario clasificar los costos fijos y costos variables. Costos fijos son aquellos que no varían al cambiar el volumen de operaciones sino que el total de estos costos permanece igual en forma directa con los niveles de operaciones (Torres, 2010).

2.2.13 Herramientas de diagnóstico

Los procesos de diagnóstico de la situación actual de las empresas comienzan con el análisis del entorno interno y externo que afecta directamente las operaciones de la empresa, para lo cual se pueden ejecutar diversas matrices de evaluación, siendo el diagrama de Pareto y el árbol de problemas algunos de los más cotidianos. Se consideran estas dos herramientas debido a que el primero permite analizar de manera gráfica las pérdidas económicas que la organización presenta, la segunda reconoce las causas que generan las problemáticas.

2.2.13.1 Matriz de árbol de problemas

También conocido como método del árbol, técnica del árbol de problemas, análisis situacional o análisis de problemas, esta herramienta nos permite mapear o diagramar el problema. La estructura de un árbol de problemas es:

- Las raíces muestran las causas del problema.
- El tronco representa el problema principal.
- Las hojas y ramas están los efectos o consecuencias.

Es una forma de representar el problema logrando de un vistazo entender qué es lo que está ocurriendo (problema principal), por qué está ocurriendo (causas) y que es lo que esto está ocasionando (los efectos o consecuencias), lo que nos permite hacer diversas cosas en la planificación del proyecto, como verás a continuación en las ventajas (UNIT, 2009).

Ventajas del árbol de problemas:

- Permite desglosar el problema, las causas y sus efectos, mejorando su análisis.
- Existe una mejor comprensión del problema al desagregarlo en causas y consecuencias.
- Permite desglosar el problema, las causas y sus efectos, mejorando su análisis.
- Se vincula con otras herramientas de investigación y análisis como matriz de vester o árbol de soluciones.
- Facilita la realización de otros componentes importantes de una investigación o proyecto en su fase de planificación, por ejemplo el análisis de interesados, análisis de riesgos y objetivos.

El árbol de problemas en la planificación de un proyecto

La identificación de un problema constituye el 90% de la solución, es por eso la importancia que le otorga la metodología de marco lógico al análisis de problemas. El trabajo de planificación que hacemos con el árbol de problemas y el árbol de objetivos constituye una parte muy importante en la identificación de la problemática.

La importancia que significa utilizar el árbol de problemas en conjunto con otras herramientas, se debe a que se requiere:

- Obtener datos significativos para caracterizar el problema.
- Determinar cuáles son las causas y efectos.
- Elaborar objetivos del proyecto.

2.2.13.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se constituye por un gráfico de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes del problema (los pocos y vitales) y los que son menos (los muchos y triviales). Las ventajas del diagrama de Pareto se resumen en:

- Permitir centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporcionar una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora (Summers, 2006).

2.3 Marco contextual

Este apartado presenta un panorama de la producción de arándano a nivel mundial y el desarrollo histórico de la producción en México, aterrizando la importancia que tiene en el estado de Puebla, debido a que es relevante el análisis del comportamiento de variables fundamentales que influyen directamente con la realización del proyecto (área cosechada, volumen de producción y precio) para estimar los datos que generan las proyecciones de

ventas. Por último se aborda de manera general a la empresa donde se realiza la investigación, con la finalidad de conocer la realidad productiva de la región de Zacatlán, Puebla.

2.3.1 Antecedentes de la producción de arándano en México

La producción mundial de arándano en el año 2013 alcanzó 420,379 mil toneladas distribuidas en 24 países del hemisferio norte. México se encuentra en quinto lugar, con una superficie de 1,290 hectáreas y 10 160 t, esto se puede observar en la Figura 2.5. donde se muestra el volumen obtenido de las 10 principales potencias (FAOSTAT, 2015).

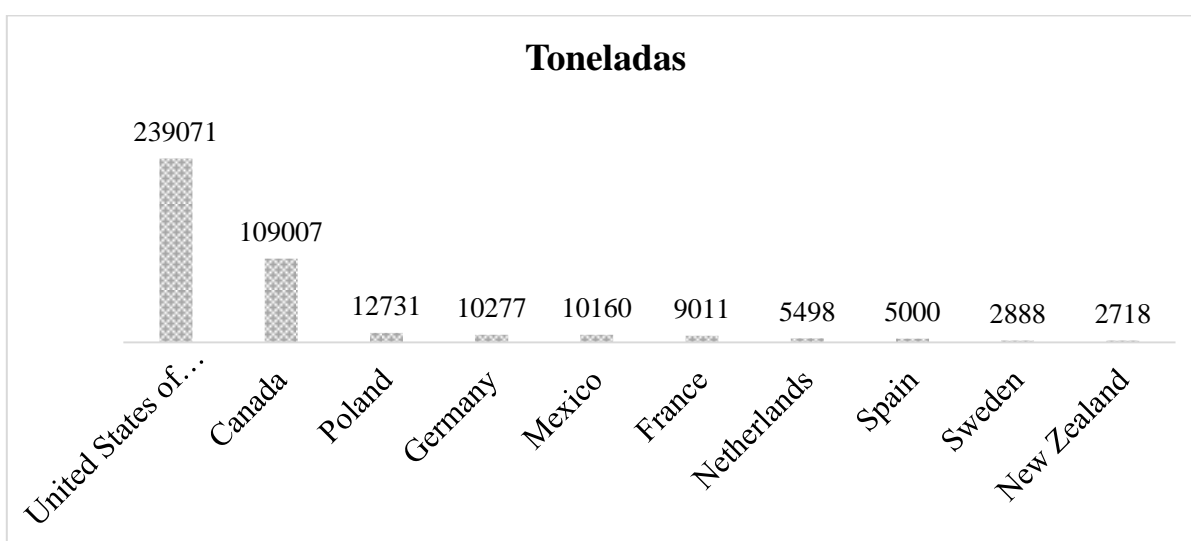


Figura 2. 5 Producción mundial de arándano en 2013
Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

En México en el año 2014 el fruto tuvo importancia económica en ocho estados, obteniendo una producción total de 18,031.41 t, con la distribución como se muestra en la Figura 2.6 donde Jalisco mostró una superioridad sobre el resto de los estados involucrando el mayor porcentaje distribuido para la satisfacción del mercado nacional.

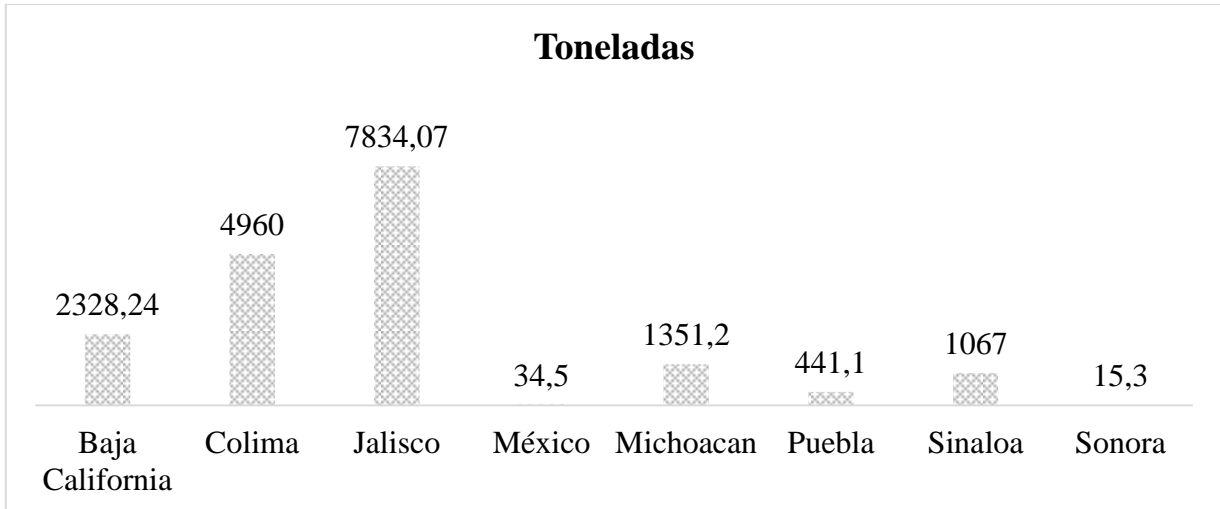


Figura 2. 6 Producción nacional de arándano 2014
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El valor comercial total a nivel nacional del cultivo durante el mismo año fue de \$937,030.46 millones de pesos, este se distribuyó como se muestra en la Figura 2.7, obteniendo Colima el mayor ingreso por esta actividad agrícola, cuya alza sobre el resto de los estados productores se deba a otros factores como las certificaciones orgánicas y la venta en el mercado norteamericano.

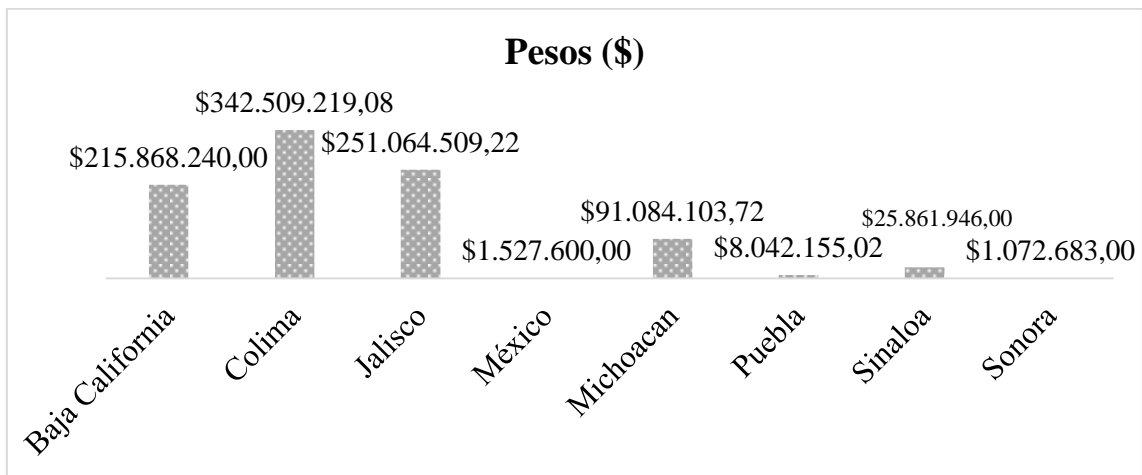


Figura 2. 7 Valor comercial de la producción de arándano en 2014
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2015).

En la Figura 2.8 se observan los datos históricos del crecimiento de la superficie plantada de arándano en México, durante los últimos diez años. En México la producción de este cultivo mostró un incremento promedio anual de 180% durante el periodo 2010 – 2014, teniendo un

máximo crecimiento en 2011, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 10.54. t/ha (SAGARPA, 2015).

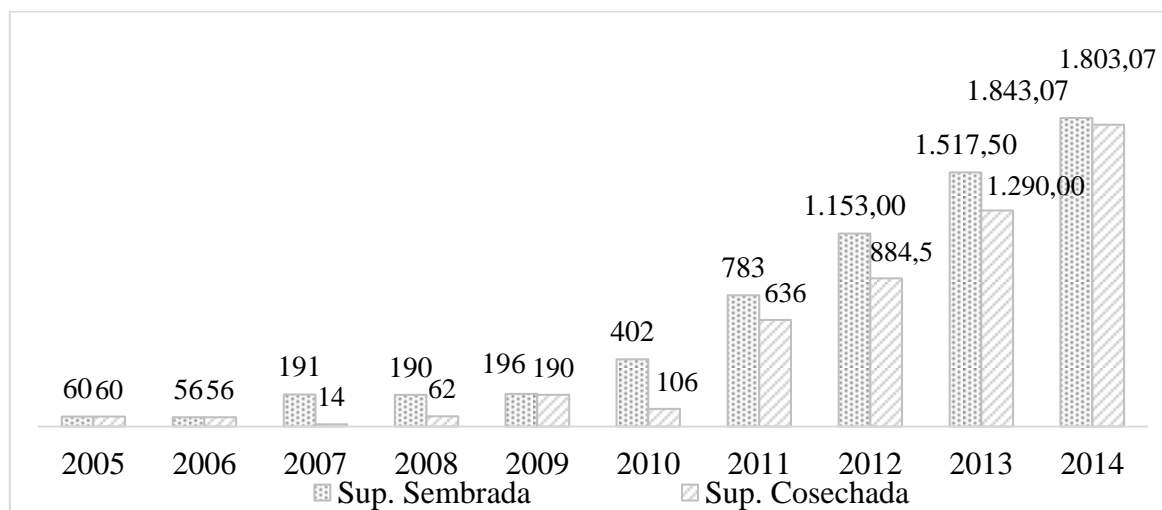


Figura 2. 8 Superficie de plantación de arándano en México de 2005 - 2014
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El incremento de la producción de arándano a nivel nacional mostró una tendencia positiva como se muestra en la Figura 2.9, donde se analiza una alza drástica a partir del 2011, manteniendo hasta la fecha el mismo ritmo, estos incrementos se realizaron en los estados de Jalisco y Michoacán principalmente.

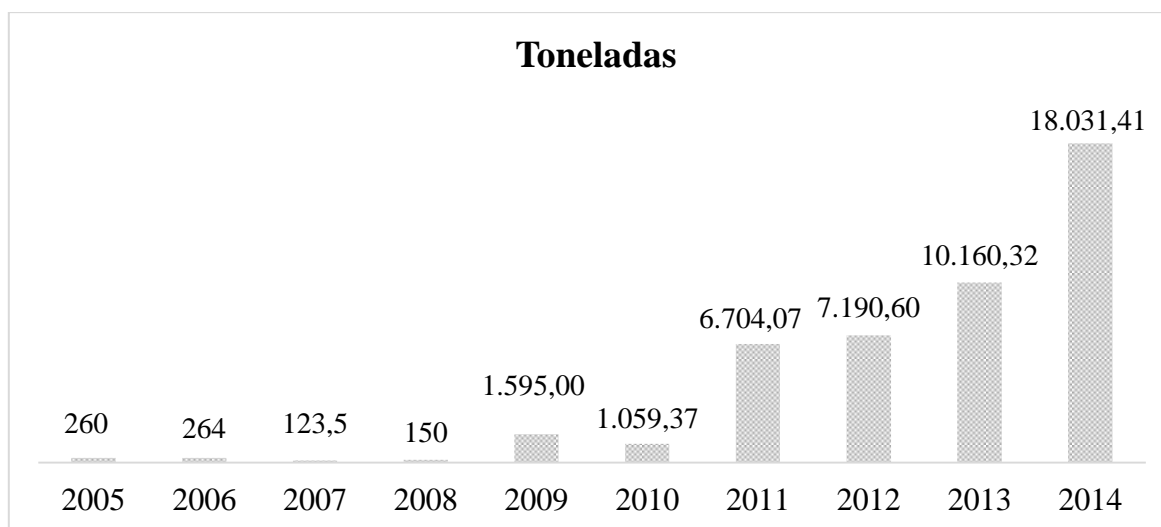


Figura 2. 9 Producción de arándano en México de 2005 - 2014
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

2.3.2 Índices comerciales

Durante la última década las tasas de exportación del arándano mostraron variaciones significativas como se observa en la Tabla 2.4 donde a partir del año 2010 se han enviado al mercado norteamericano volúmenes considerables de este fruto, donde afortunadamente ha cobrado mayor precio debido a la demanda de productos con mayor calidad.

Tabla 2. 4 Exportaciones anuales de arándano en México

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
Volumen (kg)	80,077,255	5,435,515	4,182,050	2,304,217	1,133,276	424,476	200,986	49,924
Valor (US\$)	83,203,587	41,950,732	34,043,121	17,661,889	7,577,928	2,035,503	1,287,857	438,479
Precio de Venta (US\$/kg)	1.04	7.72	8.14	7.67	6.69	4.8	6.41	8.78

Fuente: Elaboración propia con datos de S.E., (2015).

Las importaciones que México (Tabla 2.5) realizó de arándano son de los países del sur del continente americano principalmente Chile, debido a su creciente relevancia en el mercado de los productos hortofrutícolas, cabe mencionar que estos frutos son destinados a la industria y consumo en fresco. El incremento de las entradas de este fruto al mercado nacional ha sido significativo y ha mantenido un precio constante.

Tabla 2. 5 Importaciones anuales de arándano en México

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
Volumen (kg)	177,508	56,310	82,138	94,850	62,289	80,996	39,344	34,851
Valor (US\$)	895,609	378,854	498,867	510,967	277,000	458,432	370,464	342,854
Precio de Compra (US\$/kg)	5.05	6.73	6.07	5.39	4.45	5.66	9.42	9.84

Fuente: Elaboración propia con datos de S. E., (2015).

2.3.3 La producción de arándano en Zacatlán

El arándano fue introducido a México en los años 70's en la región de Zacatlán, Puebla con plantas de la variedad ojo de conejo (*Rabbit eye*) donde en 1995 se reportaron plantaciones

comerciales con una superficie de 175 ha (López, 2013). La producción de frutos frescos, se exporta en su totalidad a los Estados Unidos.

Zacatlán es el principal municipio productor de arándano orgánico a nivel nacional, que se destina al mercado de exportación como producto fresco para consumo final, aporta 80% de la producción; mientras que el 20% restante se descarta debido a que no cumple requisitos para exportación; de este porcentaje el 15% se industrializa para la elaboración de jugos, mermeladas, postres, etc. y el 5 % restante se va al consumo local (López, 2013).

Las empresas exportadoras son de capital chileno y estadounidense. Comercializadoras transnacionales que acopian frutillas (zarzamora, frambuesa, fresa y arándano) fueron atraídas por la disponibilidad de frutas, cercanía con Estados Unidos, condiciones generadas por los Tratados Comerciales y aún más con la posibilidad de cerrar el ciclo de producción y de mantener una oferta en el mercado durante todo el año (López, 2013).

Lo anterior indica las alternativas que tienen los productores para crecer y competir en el mercado mundial, deben estar centradas en la innovación, que es la generación, transferencia y adopción comercial de las tecnologías y de la noción para generar riqueza. Estas innovaciones deben involucrarse a los avances en todos los aspectos de la cadena productiva del arándano, desde la plantación, fertilización, poda, control de enfermedades, plagas y malezas, cosecha, procesamiento, transporte y comercialización.

2.3.4 La organización de producción y comercialización de arándano en Zacatlán

La empresa fue fundada en 2013, está constituida como Sociedad Anónima de Responsabilidad Limitada de Capital Variable (S. A de R. L. de C.V.) con 110 socios productores de *blueberry* (mora azul) de variedad *Rabbit Eye* (Ojo de Conejo), con una superficie de cultivo 113 ha, distribuidas en 185 huertas, ubicadas en las comunidades de Atzingo, Xoxonacatla, Tlalixtlipa, Jilotzingo, Tepeixco, San Lorenzo y Ayehualulco del municipio de Zacatlán en el estado de Puebla, Cosechan en los meses de Mayo a Septiembre y su producción es de aproximadamente de 145 t en condiciones orgánicas. En abril 2014 obtienen el sello Certimex por la Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos, S.C. que identifica a los productos de origen orgánico.

Su misión es ofrecer productos orgánicos saludables. Poner la inversión agropecuaria al alcance de las familias más humildes. Fomentando el cuidado del medio ambiente. Los productos que ofrecen al mercado son *blueberry* fresco orgánico, *blueberry* industrial, plantas de *blueberry* de la variedad *Rabbit Eye*.

Ha obtenido premios por la certificación orgánica bajo las normas CE LOOA y NOP.

En el año 2016 iniciaron recorridos ecoturísticos en la región, impartiendo un taller de iniciación al cultivo de *blueberry*, donde pueden pizcar la fruta y probar especialidades gastronómicas realizadas con esta fruta. Todos los proyectos están abiertos a la participación del público mediante aportación por acciones en la sociedad.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se presenta el tipo de investigación a ejecutar, así como la metodología que permitan el análisis de las variables, de acuerdo a cada una de las etapas establecidas; de la misma manera se describen los métodos, procesos, herramientas e instrumentos utilizados en el estudio y la recolección de la información

3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo consiste en una investigación integrativa, debido a que en esta se combinan al menos un componente cuantitativo y otro cualitativo en el mismo proyecto. Hernández, *et al.*, (2010) mencionan que estos estudios consisten en la integración sistémica de los dos métodos de investigación ya mencionados en un solo proyecto de investigación con el objetivo de obtener una fotografía más completa del fenómeno estudiado. Es así como este estudio se integra por diversos enfoques de investigación entre los cuales se encuentran: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa.

Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances e implican los propósitos de estos (exploración, descripción y correlación), además que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno al que hacen referencia. Puede alcanzarse cierto nivel de explicación cuando se relacionan diversas variables que se encuentran vinculados entre sí, la estructura de las variables presenta correlaciones considerables, además generalmente el investigador conoce el fenómeno de estudio, pero debido a su complejidad, no se han profundizado en algunas consideraciones sobre la explicación y la casualidad que más adelante se expondrán (Hernández, *et al.*, 2010).

Es el ideal de la investigación no experimental que tiene como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de leyes o principios científicos. Son aquellas investigaciones en las que el investigador plantea estudiar el porqué de las cosas, hechos, fenómenos y se analizan causas y efectos (Bernal, 2010).

El enfoque cuantitativo, usa la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Somete a prueba a las hipótesis mediante el empleo de los diseños de

investigación apropiados. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes con éstas, se aporta evidencia en su favor. Si se refutan, se descartan en busca de mejores explicaciones y nuevas hipótesis. Al apoyar las hipótesis se genera confianza en la teoría que las sustenta (Hernández, *et al.*, 2010).

Para obtener tales resultados el investigador recolecta datos numéricos de los objetos, fenómenos o participantes, que estudia y analiza mediante procedimientos estadísticos. La recolección de datos se fundamenta en la medición (se miden variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección o medición se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que esta investigación sea creíble y aceptada, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende “medir” los fenómenos estudiados deben observarse en el “mundo real” (Hernández, *et al.*, 2010).

Es posible encontrar diferentes clasificaciones de los diseños sobre las clasificaciones de los diseños de la investigación cuantitativa, éstas son: La investigación experimental y no experimental.

La investigación experimental, requiere la manipulación de una acción para analizar sus posibles resultados. Se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen. Así también se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula (Hernández, *et al.*, 2010).

El experimento debe cumplir con tres requisitos:

- a) La manipulación intencional de una o más variables independientes.
- b) Medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente.
- c) Cumplir con el control o la validez interna de la situación experimental.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de grupos de personas, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o

componentes del fenómeno a investigar de manera independiente. Desde el punto de vista científico, describir es recolectar datos. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas. El propósito del investigador consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno (Hernández, *et al.*, 2007).

La investigación correlacional mide o evalúan el grado de relación entre dos o más variables. Es decir mide cada variable presuntamente relacionada y después también miden y analizan la correlacional. Tales relaciones se expresan en hipótesis sometidas a prueba. El propósito de este tipo de estudio es evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular (Hernández, *et al.*, 2007).

La correlación puede ser positiva o negativa, cuando ocurre la primera, significa que sujetos con altos valores en una variable tendrán a mostrar altos valores en la otra variable. Si es negativa, significa que los sujetos con altos valores en una variable tendrán que mostrar bajos valores en la otra variable (Hernández, *et al.*, 2007).

Si no hay correlación entre las variables, ello indica que éstas varían sin seguir un patrón sistemático entre sí: habrá sujetos que tengan altos valores en una variable y altos en la otra, sujetos con valores bajos en una variable y bajos en la otra, finalmente sujetos con valores medios en las dos variables. El valor correlacional tiene, en alguna medida, un valor explicativo (Hernández, *et al.*, 2007). Finalmente el enfoque cualitativo, recopila información por medio de la observación, para realizar interpretaciones subjetivas del fenómeno estudiado.

3.2 Proceso de la metodología

Posterior a la determinación del tipo de investigación, se establece el diagrama para ésta, el cual se muestra en la Figura 3.1. El primer paso consiste en la elaboración del diagnóstico actual de la empresa, mediante la matriz de árbol de problemas y un diagrama de Pareto, que es la información base para un diagrama cuantitativo para otorgar una mayor validez a este diagnóstico y así obtener el objetivo estratégico de mejora. El siguiente paso de la metodología, consiste en la evaluación de la situación actual con base en las dos perspectivas desarrolladas y evaluadas. Para el caso de perspectiva financiera, se seleccionan las razones

financieras que presentan información legible de acuerdo al tipo y tamaño de la empresa. El factor de investigación en el área técnica se evaluó los rendimientos y mermas del proceso productivo.

El siguiente paso en la metodología después del estudio actual a la empresa consiste en el análisis de los resultados obtenidos, para así determinar los objetivos estratégicos encaminados al crecimiento comercial y reducción de pérdidas. Posteriormente se desarrolla un diseño experimental que permita la formulación de una PB y la aplicación en los frutos de arándano. En esta etapa deben estudiarse las variables de calidad que el fruto requiere para su comercialización. Después se procede a ejecutar un análisis de costo de la aplicación a pequeña escala y finalmente se plantea una propuesta de implementación dentro de la empresa.

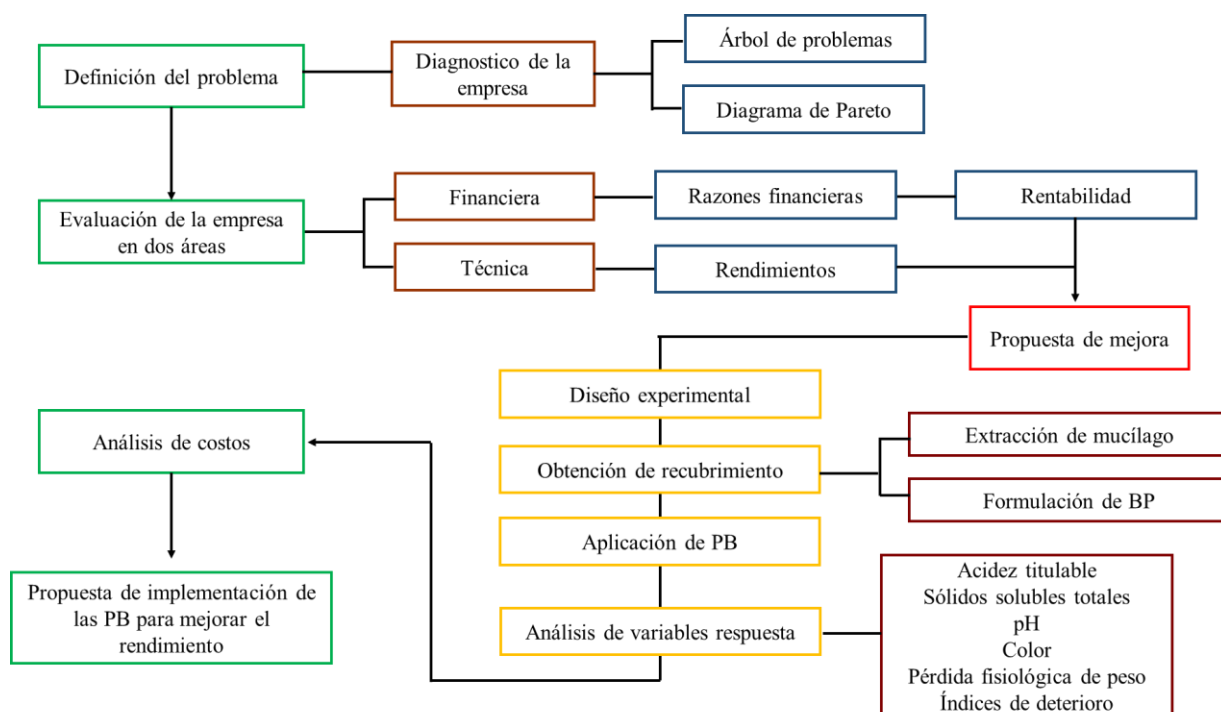


Figura 3. 1 Diagrama de la metodología para el desarrollo de la investigación

3.3 Definición del problema

En el apartado se desarrolla la manera en cómo se realiza el diagnóstico de la situación de la empresa a partir de dos herramientas el árbol de problemas y el diagrama de Pareto.

3.4 Diagnóstico de la situación actual de la empresa

En la primera fase de la metodología se realizó un análisis situacional de la empresa a través de una entrevista con la presidente de la sociedad, con el fin de identificar los factores externos e internos que intervienen en el desarrollo de la empresa en estudio y que apoyan en la elaboración del diagrama de Pareto y la matriz de árbol de problemas que permitan identificar las principales problemáticas que deben ser atacadas para mejorar los rendimientos económicos de la organización.

3.4.1 Árbol de problemas

Para elaborar la matriz de árbol de problemas se identificaron los temas que prioriza la empresa (ingresos y egresos). Se prosiguió a seleccionar el problema que fue considerado por la propuesta que desarrolló la empresa como se describe a continuación:

1. Identificar los problemas asociados a los temas que prioriza la empresa.
2. Selección del problema a ser considerado por la propuesta que se desarrollará.
3. Análisis de la situación asociada a la temática de la convocatoria a través del uso de la metodología del árbol de problemas.
 - a) Identificación de las principales causas del problema en la región.
 - b) Elaboración de un esquema que muestre las relaciones de causa efecto en forma de un árbol de problemas.
 - c) Verificación de la lógica y coherencia del árbol.
4. Selección de las causas a ser consideradas por el proyecto propuesto.
5. Establecimiento de las acciones macro a seguir en el proyecto.
6. Establecimiento de los ejecutores de las acciones que se han generado para solventar el problema.

3.4.2 Diagrama de Pareto

Para elaborar el diagrama de Pareto se seleccionaron los datos que fueron analizados (perdidas por: precios de venta, rendimientos, mermas, costos de producción, y costos de operación). Se procedió a tabular comenzando con la categoría que contenga más elementos, siguiendo el orden descendente y se calculó la frecuencia absoluta, frecuencia absoluta acumulada, frecuencia relativa unitaria y frecuencia relativa acumulada.

3.5 Evaluación de la empresa

En esta etapa de la investigación se evaluó la situación financiera y técnica de la empresa como se describe a continuación.

3.5.1 Situación financiera

Para definir la situación financiera de la organización, se realizó a partir del análisis de los estados de resultados de los últimos dos años (2015 y 2016) de operaciones proporcionados por la empresa y la interpretación de la información compartida a través de la entrevista, esto para obtener sus índices actuales de rentabilidad.

3.5.2 Situación técnica

En este apartado se consideró el estudio de las bitácoras de productores (siembra, aplicación de fertilizantes, cosecha y empaque) y de los procesadores (recepción, almacén, producción, inventario, embarque) que la empresa posee por concepto de la certificación orgánica y de durante los años 2015 y 2016.

3.6 Propuesta de mejora: aplicación de biopelículas

En iniciativa de mejorar los ingresos de la empresa y reducir sus mermas se propone la implementación de un recubrimiento comestible que disminuya la liberación de agua en los frutos del arándano. La formulación recomendada es a partir de mucílago de aloe vera, glicerol y grenetina como polímero, esto debido a que las normas de productos orgánicos las clasifican como aceptables y mantienen su calidad.

3.7 Diseño del experimento

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Procesos Biotecnológicos de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Para la fase de campo se identificó una huerta comercial, con manejo orgánico, ubicada en la comunidad de Tepoxcuaula, Zacatlán, Puebla. La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez comercial, al final de la temporada de producción (septiembre). Después de la recolección a los frutos se les aplicó preenfriamiento para evitar daños y posteriormente fueron trasladados al laboratorio.

Se utilizó como polímero gnetina, mucílago de sábila (aloe vera) como solvente y plastificante se adicionó glicerol. Se ejecutaron tres formulaciones para la obtención de la biopelícula y se caracterizaron según su grosor y rugosidad.

3.8 Obtención de recubrimiento

A continuación se describe el proceso para obtener el recubrimiento, comienza por la extracción del mucílago de aloe vera, las formulaciones y concentraciones ejecutadas y la caracterización de las películas comestibles.

3.8.1 Extracción de mucílago

Se utilizaron pencas de sábila donde la primera etapa de la extracción consistió en realizar un corte de 25 hojas de un tamaño aproximado de 15-20 cm de largo y de 3 - 4 cm de ancho, con un peso promedio de 28 g por hoja. Posteriormente, se realizó otro corte a una distancia de 2 cm arriba del punto de frotación de cada hoja, para así evitar contaminación microbiana; antes de realizar el corte, se lavó y se desinfectó la hoja de sábila. Después se eliminaron las espinas, así como las epidermis del haz y del envés de la hoja, la pulpa fue trozada en pequeños cuadros y se realizó la molienda del mucílago con un extractor de jugo (Black and Decker, JE2200B) posteriormente se pasó por tela de gasa y para eliminar las burbujas y fibras del material se centrifugó a 300 rpm. Con el objetivo de separar al máximo el mucílago extraído de las impurezas se sometió a un nuevo filtrado con otra coladera y se introdujo a refrigeración a una temperatura de 8°C.

3.8.2 Formulación de películas biodegradables por el método de vaciado en placa

El método de vaciado en placa es muy práctico y muy sencillo, en este caso se utilizó una solución filmogénica constituida por grenetina, mucílago de sábila y glicerol. Se hicieron tres formulaciones para la solución. La primera al 1% glicerol y 2% grenetina, la segunda 0.5% glicerol y 2% grenetina, finalmente una 1% glicerol y 5% grenetina con respecto al peso del mucílago para tener una solución al 100 % en peso. Para hacer las medidas de masa de cada uno de los componentes de la solución se utilizó una balanza semi analítica digital Ohaus Pioner DA512C con una precisión de 0.0001.

La solución (mucilago de sábila, grenetina y glicerol) se vació en un vaso de precipitados, ésta se puso a una agitación constante de 30 rpm y calentamiento usando una parrilla magnética (Termo Científico, PMC), la cual permitió una agitación y una completa homogeneización de la solución.

La parrilla se calentó desde temperatura ambiente hasta 40°C (para asegurar la gelatinización total de la grenetina). La grenetina se adicionó a temperatura ambiente cuando se alcanzó la T° sugerida, se mantuvo el calentamiento y solo se dejó el agitador durante una hora hasta que la temperatura descendió a 20°C. Finalmente se vertió la solución filmogénica en cajas Petri con un volumen de 9 ml y se colocaron en un lugar totalmente plano para su homogeneidad y se mantuvieron en reposo en un lugar completamente seco durante un periodo de 24 horas, posteriormente las películas se desprendieron de la caja cuidadosamente y se almacenaron en bolsas ziploc para evitar su hidratación.

3.8.2.1 Caracterización de películas

Las películas obtenidas fueron caracterizadas antes de ser utilizadas como recubrimiento mediante varias actividades que se mencionan posteriormente:

3.8.2.2 Grosor de las películas

Para determinar el grosor de las películas obtenidas por vaciado en placa, se utilizaron muestras en forma circular, posteriormente se tomaron las medidas en tres puntos aleatorios de

la superficie de las probetas mediante un micrómetro Mitutoyo Digimatic Micrometer con una precisión de 0.001, y se tomó el promedio como el valor del grosor.

3.8.2.3 Rugosidad de las películas

Para determinar la rugosidad de los recubrimientos obtenidos por el método de vaciado en placa se tomaron manualmente muestras circulares cm y se sometieron al Mitutoyo SurfTest SJ-301 para determinar las variables Radio (Ra), Rz y Rq, las lecturas correspondientes se realizaron por duplicado.

3.9 Aplicación de PB en frutos de arándano

Las películas elaboradas por vaciado en placa se utilizaron para recubrir frutos de arándano, para observar su efectividad como recubrimiento y para evaluar el retardamiento de la oxidación. Primero se seleccionaron arándanos en estado de madurez comercial, se procedió con la aplicación de tres tratamientos para hacer una comparación sobre el deterioro del fruto a temperatura ambiente. En el primer tratamiento, la muestra no se le adicionó ningún aditivo, el cual se le denominó tratamiento testigo (TT); el segundo tratamiento con el mismo tamaño se sumergió en una solución desinfectante (plata ionizada al 0.15%) durante 15 minutos (TRD) y el último tratamiento consistió en aplicar los recubrimientos por inmersión, las frutas fueron sumergidas en la dispersión del biopolímero por un minuto seguido de 30 segundos de escurrimiento. Debido a que estas formaron parte del fruto sustituyendo la corteza natural se consideran como películas comestibles (TRC). Las pruebas con los tratamientos mencionados se realizaron a temperatura ambiente.

3.10 Análisis de variables respuesta

A continuación se describen los procesos metodológicos que se utilizaron en esta etapa para determinar la acidez titulable, sólidos solubles totales, pH, color, pérdida fisiológica de peso e índice de deterioro.

3.10.1 Acidez titulable

Se maceró una muestra de arándano de cada tratamiento en un mortero de porcelana hasta tener una solución uniforme, se tomaron 10 g de arándano mediante una balanza analítica

digital Ohaus y se aforó con agua destilada hasta obtener 50 ml. Posteriormente se filtró y se utilizó un volumen final de 25 ml para titular con NaOH 0.01 N hasta obtener un pH de 8.2.

3.10.2 Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles totales se obtuvo por el método de la A.O.A.C. (1970), el cual consistió en macerar una muestra de los tres tratamientos hasta tener una mezcla homogénea, se tomaron 3 gotas que se colocaron en un refractómetro WYA-25 Digital ABBE Refractometer dónde se realizó la lectura correspondiente.

3.10.3 pH

Para determinar esta variable, se trituró una repetición de cada tratamiento en un mortero, posteriormente el extracto que se obtuvo se colocó en un vaso de precipitados. Por último se calibró el potenciómetro modelo PH120 de la marca Conductronic, con una solución buffer pH 7.0 + 0.2 y 10 + 0.2., y se colocó en el vaso correspondiente para determinar el pH.

3.10.4 Color.

El color fue medido en los cuatro puntos del fruto con cuatro repeticiones, el índice de color puede estar entre los siguientes rangos y puede utilizarse como variable de control de calidad en alimentos. Si C^* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona colores que van desde el azul violeta al verde profundo. Si C^* es negativo (-20 a -2), su valor se relaciona a los colores que van del verde profundo al amarillo. Si C^* está entre (-2 a +2) representa el amarillo verdoso. Si C^* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso. Si IC^* es positivo de (+20 a +40) se relaciona con colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo (Vigoni, *et al.*, 2006).

Esta variable se determinó a través del método de fotografía convirtiendo las coordenadas con el programa Colormine tanto en frutas recubiertas como en las de control. Se determinaron los parámetros de la escala CIE lab Luminosidad (L^*) y parámetros de cromaticidad a^* (rojo verde) y b^* (amarillo-azul) (Murillo, *et al.*, 2011). Los cálculos del croma (C^*) y el ángulo de matiz (Hue) fueron efectuados con la ecuación 2 y 3 respectivamente.

Las mediciones se realizaron en tres frutos durante los días 0, 5, 10, 15, 20 y 25.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$hue = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (\text{Ecuación 3})$$

3.10.5 Pérdida fisiológica de peso

El análisis se realizó por triplicado, el peso de los frutos fue medido con una balanza analítica (Ohaus Pioner DA512C). Los resultados fueron expresados con relación al porcentaje de pérdida acumulada.

3.10.6 Índice de deterioro

Las muestras de arándano fueron examinadas para verificar la presencia de hongos durante los días del almacenamiento. Se consideró que una fruta estaba infectada cuando una lesión era observada. El índice de daño fue expresado como porcentaje de frutas infectadas.

Los estudios anteriores permitieron obtener una biopelícula óptima para recubrir arándanos frescos y los resultados se discuten en el siguiente capítulo. Además de presentar la propuesta de implementación dentro de la empresa, para reducir sus mermas y lograr mejorar sus ingresos. La metodología que se implementó se propuso a partir de trabajos similares que se han ejecutado con anterioridad y de este modo asegurar el éxito de la investigación.

3.11 Análisis de costos de la formulación de PB

El análisis de costo se realizó a partir de un proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Este auxilió para determinar la calidad y cantidad de recursos necesarios. Entre otros factores, analizó el costo del proyecto en términos monetarios. Esto para determinar el equipo, mobiliario, materia prima, insumos, materiales y la mano de obra que se requiere para completarlo. Además de cuantificar los costos de operación y administrativos que la implementación de la PB implicaría a la empresa.

3.12 Propuesta de implementación de las PB en arándano

A partir de los indicadores obtenidos se eligieron los equipos e insumos que sean eficaces para la aplicación de las PB en el arándano. Además se elaboraron los pronósticos de venta,

requerimientos de materia prima e insumos, las inversiones necesarias para la implementación de las PB, costos de operación y administrativos, así como las futuras amortizaciones. Lo anterior permitió obtener los índices de rentabilidad que el proyecto generará.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este último capítulo de la investigación se presenta los resultados obtenidos de la ejecución de las herramientas de diagnóstico en la empresa y los parámetros de la aplicación de los recubrimientos en los frutos de arándano.

4.1 Situación actual de la empresa

A partir de la entrevista que se realizó se pudieron obtener los datos a través de árbol de problemas y el diagrama de Pareto, donde se localizaron los problemas internos y externos que la empresa enfrenta actualmente.

4.1.1 Diagrama de árbol de problemas

La Figura 4.1 muestra como principal problemática de la empresa las pérdidas económicas, ocasionadas por situaciones ajenas a ella como lo son: fluctuación de precio de su producto en el mercado nacional e internacional, la deslealtad del sistema de transporte que utilizan y las condiciones ambientales que afectan el cultivo. Lo anterior desencadena en problemas que afectan directamente el valor del producto como son el daño físico, baja calidad del fruto y mayor consumo de recursos.

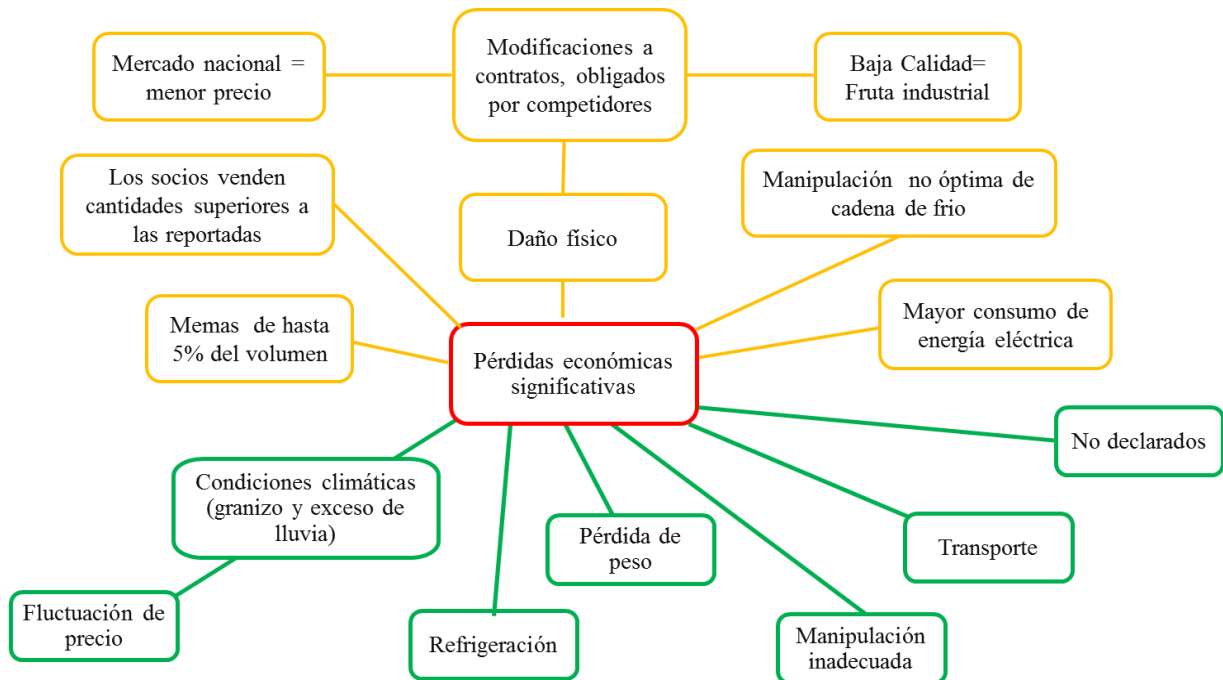


Figura 4. 1 Árbol de problemas de la empresa

4.2 Diagrama de Pareto

A partir de los datos proporcionados por la empresa se localizó que para el año 2016 el 79.6% de sus pérdidas económicas se debe a las mermas en peso de los frutos y el resto se distribuye como se muestra en la Figura 4.2, lo que permite confirmar el área de oportunidad que favorecerá la mejora en las utilidades de la sociedad.

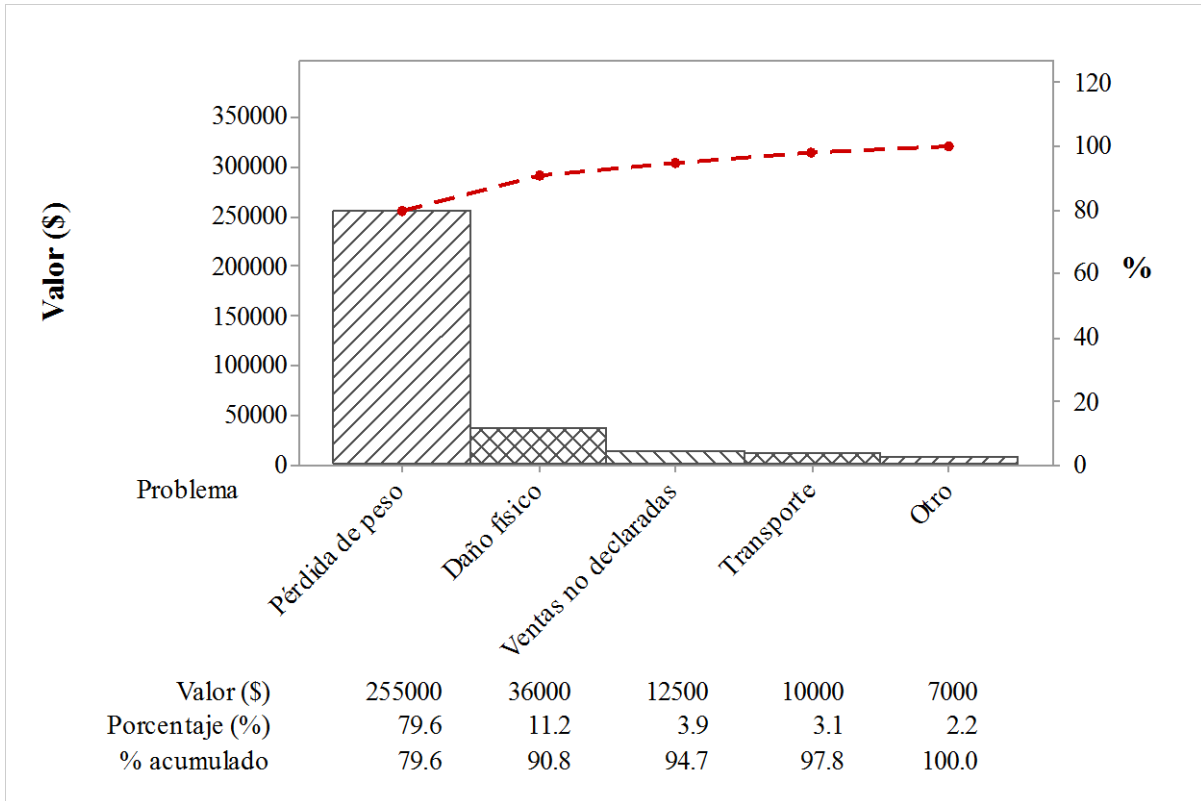


Figura 4. 2 Diagrama de Pareto de la empresa

4.2 Evaluación de la empresa

En la evaluación de la empresa en las dos áreas financiera y técnica se obtuvieron los siguientes datos:

4.2.1 Situación financiera

El análisis de esta área, presentó limitantes al momento de efectuar la investigación, debido a que no se localizaron datos fiables para poder obtener los indicadores de rentabilidad, además que en el año 2016 la empresa sufrió una gran pérdida en ventas por daños ambientales a su producto estrella, el arándano orgánico con calidad de exportación. También se identificó que al ser una sociedad de productores, dentro de esta se encuentran algunos socios que reportan a la asamblea general ventas inferiores a las realizadas o viceversa. La información no fidedigna limita la determinación de los indicadores y asevera la toma de decisiones sin fundamentos verídicos.

4.2.2 Situación técnica

En este apartado se consideraron datos históricos del periodo 2013 – 2016, donde se localizó que de un promedio de 145 t de producción anual se reportaron pérdidas de hasta el 5% del total del volumen. Además que se identificó el incremento de consumo de energía eléctrica debido a que no se consideraban los tiempos de apertura y cierre de las puertas de la cámara frigorífica, lo que se deriva en un intercambio de temperaturas, obligando al motor de esta a un funcionamiento más acelerado. De la misma manera se localizaron problemas en el proceso de transporte donde también se presentó una disminución del peso del arándano y la susceptibilidad al ataque microbiano y fúngico cuya causa principal es el apagado del aire dentro de las cajas frías en los trayectos Empresa – Cd. de México, Empresa – Exportadora en Edo. De Michoacán y Empresa – Frontera Norte de México.

4.3 Diseño del experimento

Los datos se analizaron como un diseño experimental completamente al azar (DECA), se aplicó un análisis de varianza y cuando se detectó que había al menos un tratamiento distinto, al resto se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$) y la correlación entre variables. Se utilizó como apoyo el programa Minitab versión 17.

Se obtuvieron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones, teniendo así nueve unidades experimentales.

Los tratamientos fueron sometidos a dos factores y seis niveles de estudio diferentes (Tabla 4.1).

Tabla 4. 1 Factores y niveles del estudio

Factor	Nivel
Recubrimiento	P1 = Película 1 (5% grenetina, 1% glicerol) P2 = Película 2 (2% grenetina, 1% glicerol) P3 = Película 3 (2% grenetina, 0.5% glicerol)
Temperatura (°C)	Ambiente (20 ± 1 °C) Refrigeración (8 ± 1 °C, HR 75 %)

Los tratamientos presentaron el siguiente arreglo (Tabla 4.2):

Tabla 4. 2 Descripción de la composición de los tratamientos evaluados

Tratamientos	
TT	Testigo + refrigeración (8 °C, HR 75%).
TRD	P1 (5% pectina, 1% glicerol) + refrigeración (8 °C, HR 75 %) + desinfectante (plata ionizada al 0.15%)
TRC	P1 (5% pectina, 1% glicerol) + refrigeración (8 °C, HR 75 %)

4.4 Obtención del recubrimiento

A partir de la obtención del mucílago se procedió a la elaboración de las películas con las formulaciones anteriormente mencionadas y se procedió a la caracterización de las mismas donde se alcanzaron los siguientes resultados:

4.4.1 Grosor de películas

En la presente investigación se obtuvieron películas de aloe vera y grenetina por el método de vaciado en placa, las tres formulaciones presentaron un grosor diferente por la concentración de materiales utilizados en las soluciones filmogénicas. Para el caso de las películas obtenidas por el método de vaciado en placa con proporciones 1% glicerol, 2% grenetina, presentaron un grosor promedio, con valor de 0.015 milímetros (mm), la siguiente película con 0.5 glicerol y 2% grenetina obtuvo un grosor promedio de 0.019 mm como se observa en la Figura 4.3 sin embargo, las películas obtenidas por la formulación 1% glicerol y 5% grenetina presentaron un grosor estadísticamente significativo, con un valor de 0.018 mm. En la primera se logró un menor grosor debido a que en la solución filmogénica se utilizó mayor cantidad de aloe vera y menor concentración de grenetina y una fracción equivalente de plastificante, en el cual se evaporó el solvente y por consecuente se obtuvieron películas sumamente delgadas pero con buena consistencia sólida. Para el segundo caso del método se utilizó la misma cantidad de aloe vera y grenetina pero se disminuyó la cantidad de glicerol, por lo cual para crear una película firme y manipulable tuvo que concentrarse un mayor volumen generando así mayor grosor y menor consistencia sólida. Finalmente para lograr un recubrimiento con mejores

propiedades se prosiguió a incrementar el porcentaje de grenetina y considerar el mismo porcentaje de la primera muestra, con lo que se consiguió una película con suficiente fuerza sólida y menor grosor que la anterior a partir de un menor volumen de solución. Con base en lo anterior se puede observar que hay una diferencia significativa en el grosor de las películas obtenidas a través de las tres formulaciones, resultando más favorable esta propiedad en las obtenidas con el tercer método, puesto que la característica más deseable este tipo de recubrimientos de alimentos frescos es el menor grosor, el cual permite que el recubrimiento pueda adherirse completamente en toda la superficie de los frutos.

También, permite el intercambio gaseoso entre el fruto y el ambiente manteniendo la estabilidad en la respiración y en la producción de etileno, retardando la degradación de los pigmentos y por ende la senescencia (Ramos, 2013).

Los valores del grosor obtenidos concuerdan con los obtenidos por López (2011), quien reportó resultados positivos usando el método de vaciado en placa, concluyendo que la variabilidad depende de la cantidad de masa que se utiliza y que en el método por vaciado en placa es más fácil controlar las cantidades de materiales.

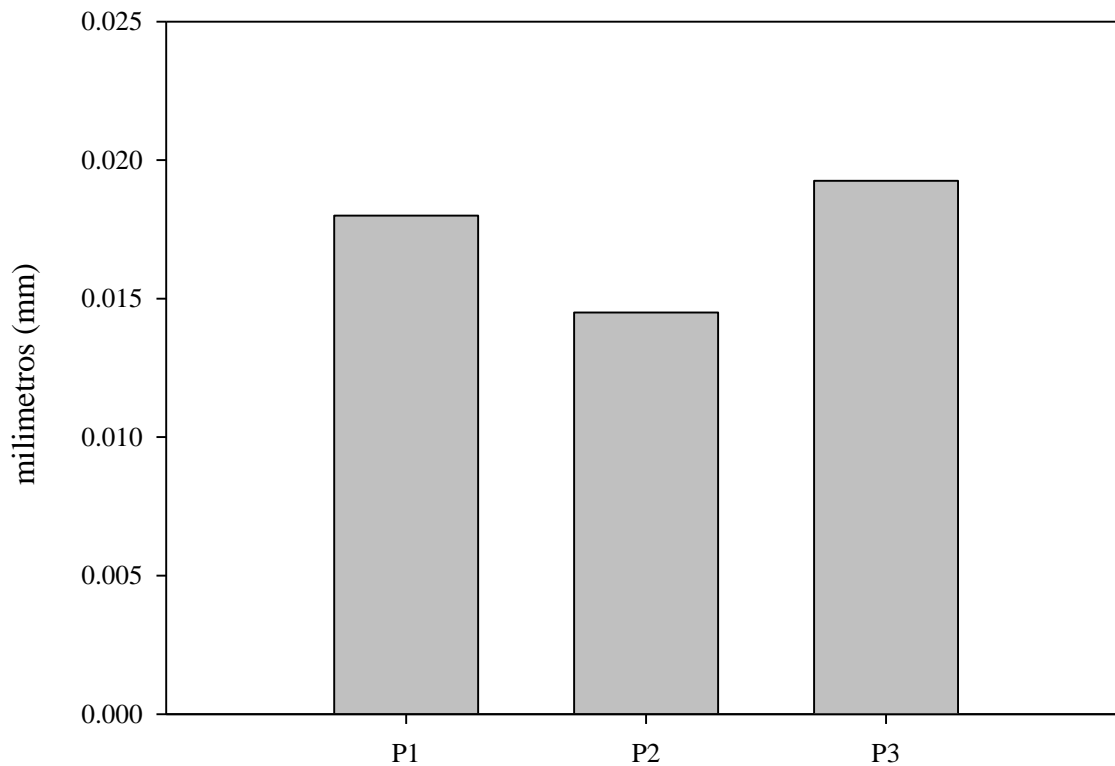


Figura 4. 3 Grosor de películas con diferentes formulaciones

4.4.2 Rugosidad de películas

La rugosidad de las piezas se determinó en dos muestras de las tres formulaciones obteniendo los siguientes resultados (Tabla 4.3) correspondientes a la altura en micropulgadas (μin) total del perfil de rugosidad (R_q), altura máxima del perfil de rugosidad (R_z), y altura total del perfil de rugosidad (R_a):

Formulación	Ra	Rz	Rq
P1 (1% Glicerol 5% Grenetina)	31.625	158.500	38.475
P2 (1% Glicerol 2% Grenetina)	56.275	280.175	69.425
(0.5% Glicerol 2% Grenetina)	54.325	212.375	66.150

4.5 Acidez titulable

La presencia de ácidos en los frutos de arándano durante el periodo de almacenamiento comprendido del día 0 hasta el 25 presentaron rangos para el caso de los TRC 1.409 – 1.492, del TT 1.385 – 0.916 y para el caso del TRD 1.410 – 1.580 valores inferiores a los reportados por Moncayo (2013). En la Figura 4.4 se observa la presencia de ácido cítrico donde ocurrió una disminución drástica en los primeros cinco días, para recuperarse después del décimo día, en el caso del tratamiento control la pérdida de ácido fue prominente en los diez días iniciales, para después controlarse y mantener su tendencia de cadencia. Moncayo (2013) asocia este comportamiento con la disminución del consumo de los ácidos durante el proceso de respiración y esto puede ser consecuencia de la protección lograda por la aplicación del recubrimiento.

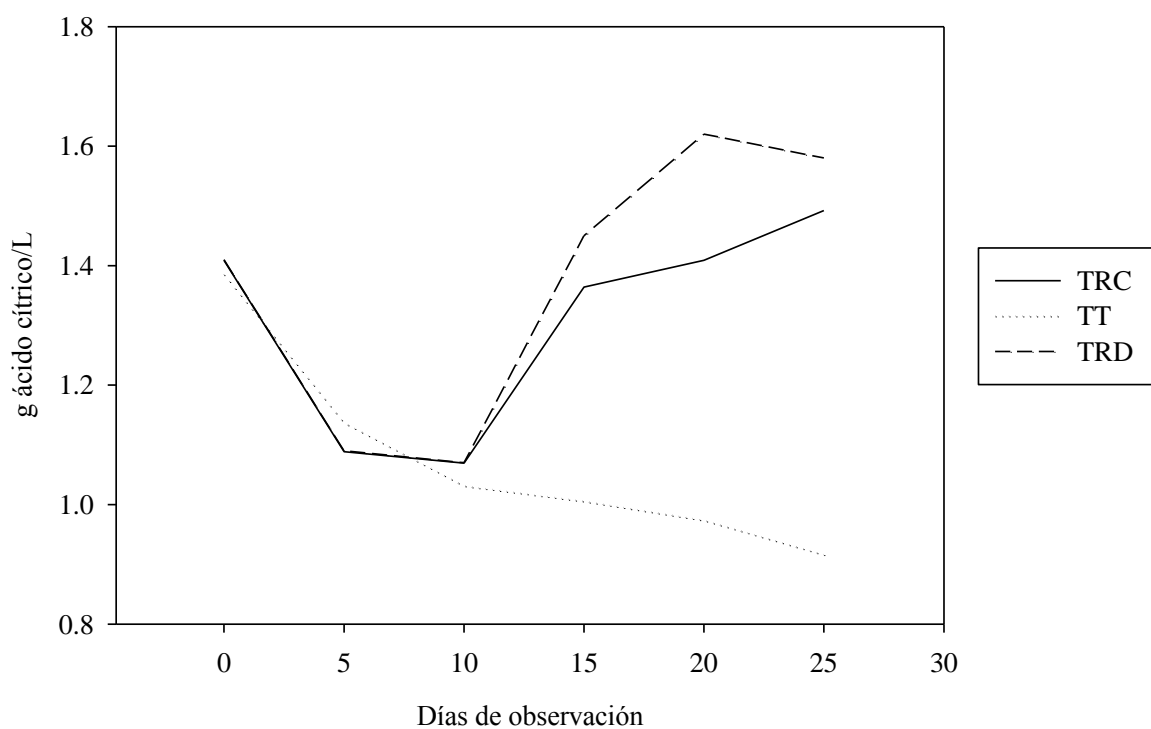


Figura 4. 4 Índice de ácido cítrico/l muestra

4.6 Sólidos solubles totales (SST)

Los parámetros de SST presentes en la figura 4.5, no muestran diferencia significativa entre los tratamientos en el periodo de almacenamiento, logrando en los tratamientos con

recubrimiento mantener sus valores, la tendencia que muestra en los SST, es explicada debido a que los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa se utilizan como sustrato de las reacciones metabólicas de la respiración (Altamirano, *et al.*, 2013).

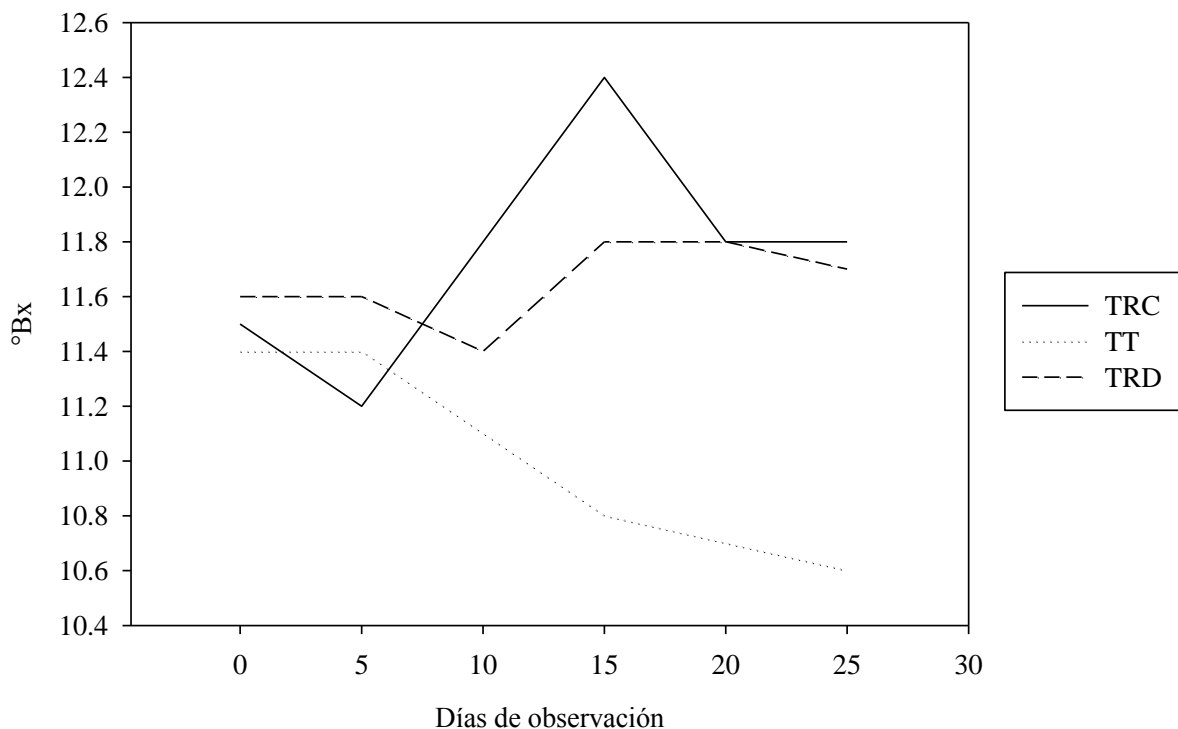


Figura 4. 5 Concentración de °Bx en arándano

4.7 pH

Durante el periodo de almacenamiento los valores de pH se presentaron diferencias entre los tratamientos recubiertos hasta el día 10 para TRC 2.81, 2.81 y 2.8, el TRD 2.82, 2.79 y 2.77 (Figura 4.6), lo que es semejante a los datos presentados por Moncayo (2013) para posteriormente lograr una relación inversa hasta el día 15 y finalizar con un pH de 3.15 y 2.89 respectivamente. El tratamiento control logro alcanzar un aumento en esta variable en el día 15 y cerrar el ciclo de observación en el día 20 con 2.89, las tendencias que se presentaron fueron reportadas por Duan, et al., (2011) y Ornelas, *et al.* (2013).

El pH es un parámetro importante desde el punto de vista sensorial de las frutas, cuando el pH aumenta la percepción de dulzor sufre el mismo cambio. Lo que este análisis significa que los frutos con recubrimientos alcanzan un mayor pH en el día 15, consiguiendo así un mayor grado de dulzura en el sabor en ese mismo día, lo cual genera la alternativa ideal de

comercializar el producto dentro de ese periodo para que el cliente obtenga lo mejor de esta característica.

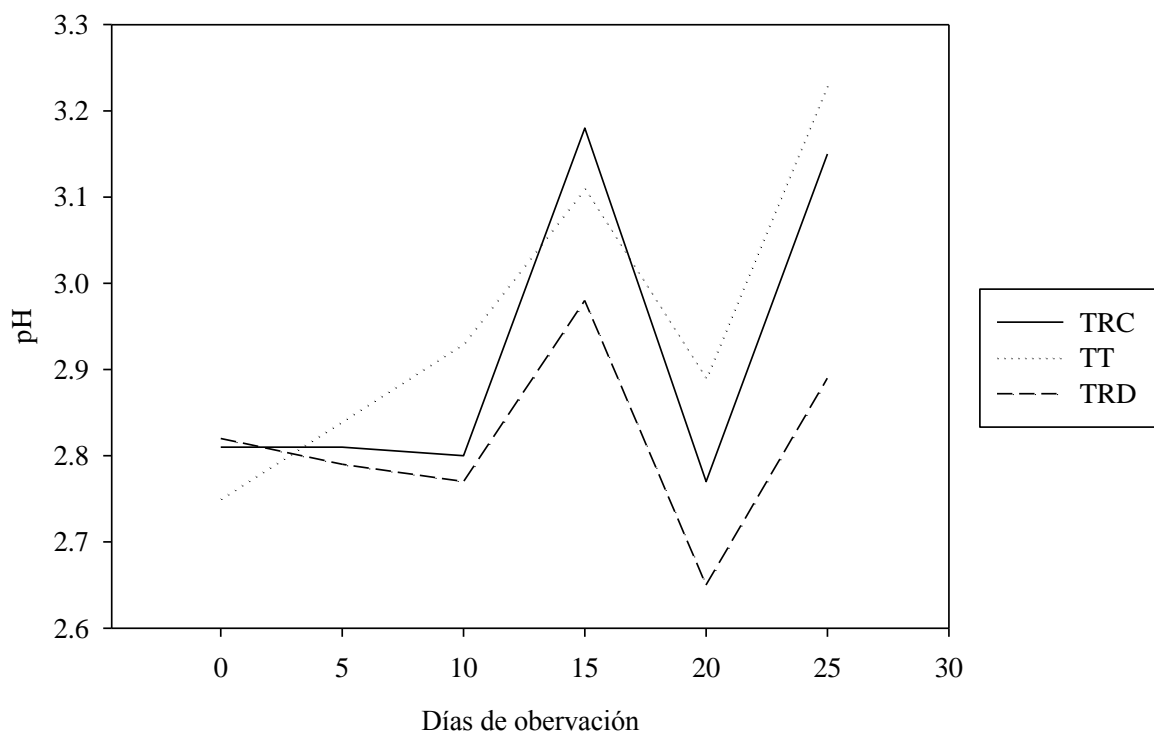


Figura 4. 6 Comportamiento del pH en arándano

4.8 Color

En las figura 4.7 se muestra la saturación de color (C^*) para cada tratamiento presentando diferencias no significativas, asimismo la luminosidad (L^*) en el tratamiento TRD obtuvo los valores más altos en el día 10 (Figura 4.8), todos los tratamientos presentaron un color violeta, azulado oscuro representado por el matiz (Hue), pero TRC y TRD fueron inferiores debido a la adhesión del recubriendo sobre su superficie (Figura 4.9), este ángulo disminuyó durante el almacenamiento, posiblemente por la síntesis de antocianinas y por el proceso respiratorio llevado a cabo durante el almacenamiento. Los tratamientos estudiados no presentaron variaciones significativas, logrando mantener la coloración de las frutas durante el almacenamiento. El color es uno de los atributos que condiciona la adquisición de frutas en el mercado.

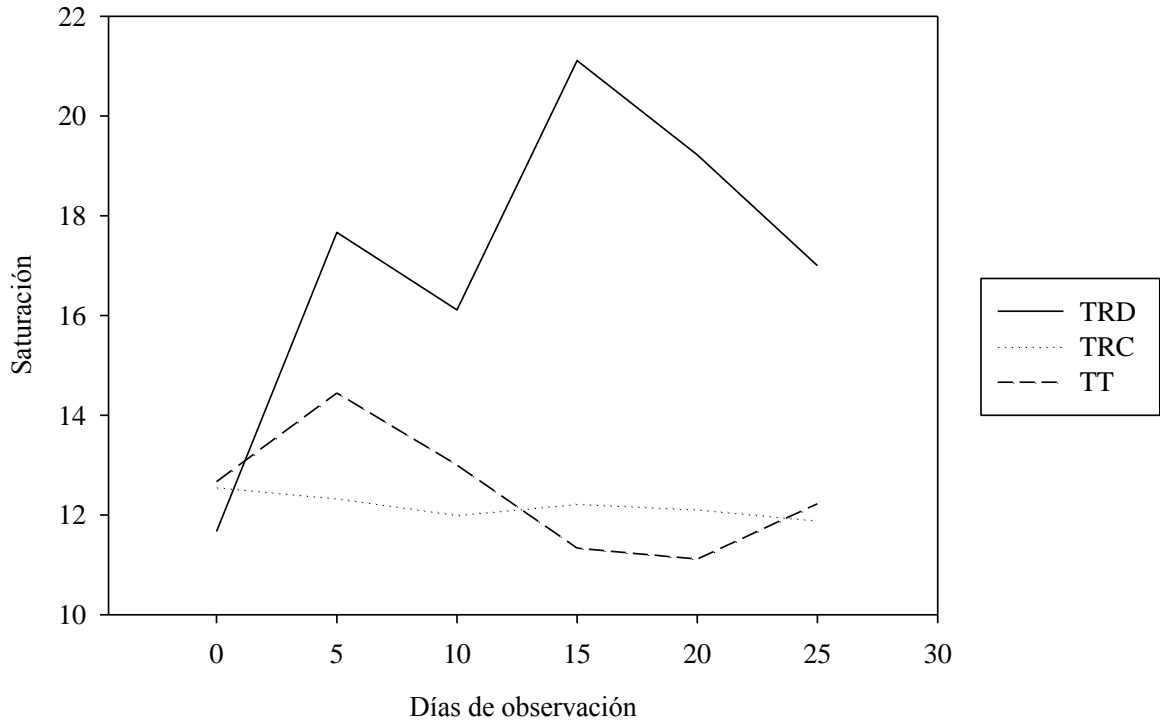


Figura 4. 7 Comportamiento de C* en arándano

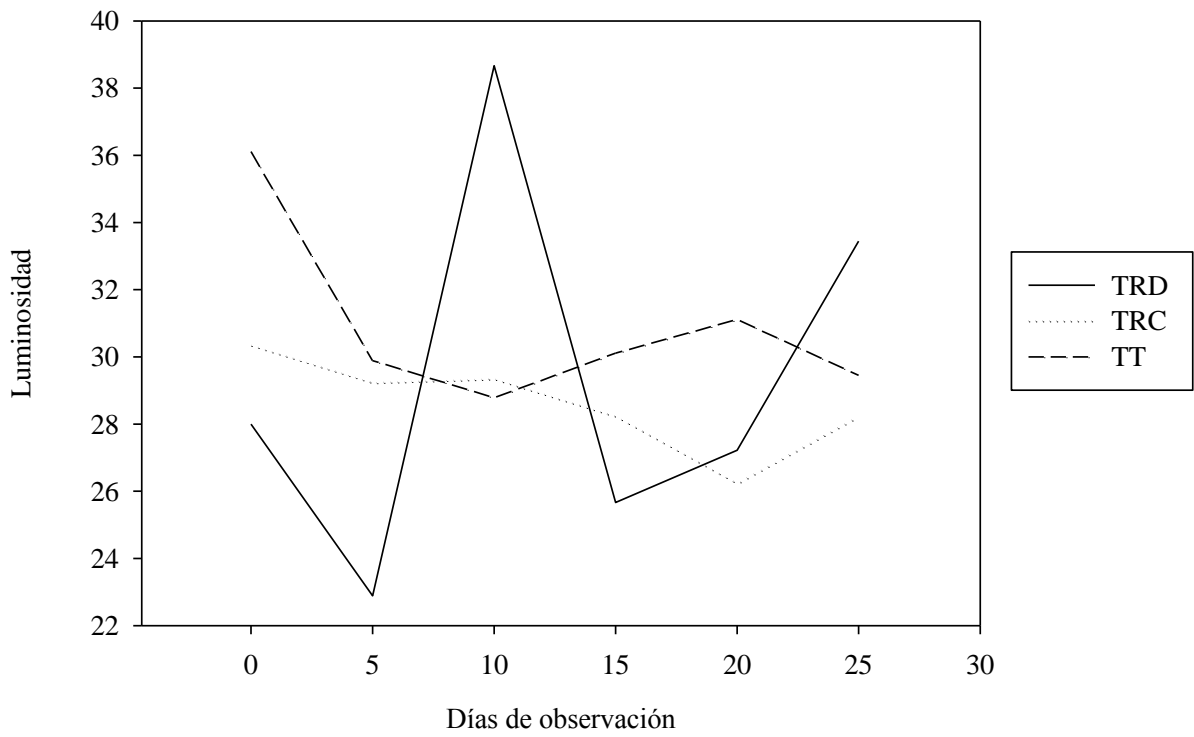


Figura 4. 8 Comportamiento de L* en arándano

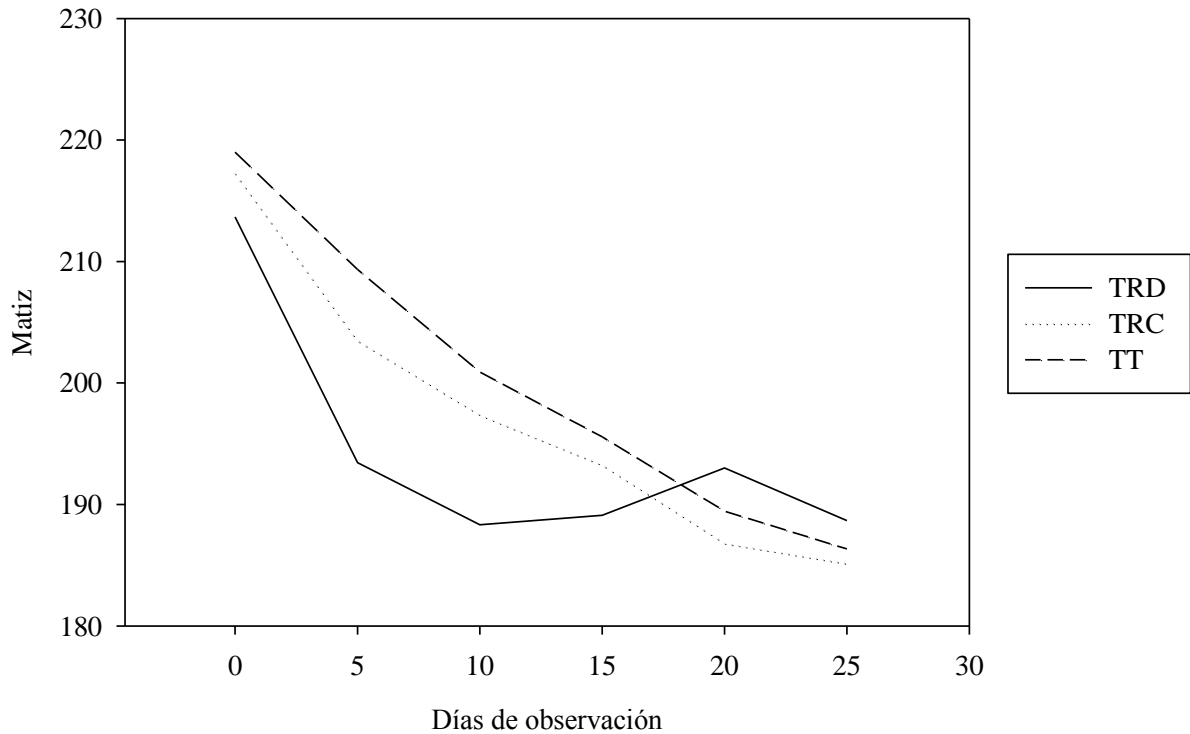


Figura 4.9 Comportamiento de Hue en arándano

4.9 Pérdida fisiológica de peso

La pérdida de peso se produce por la disminución en la concentración de agua, ocasionada por el proceso de respiración y transpiración (Moncayo, 2013). Esto se puede apreciar en la Figura 4.10, el TRC permitió disminuir la pérdida de agua alcanzando sólo el 17.6% y el TRD el 20.32%, comparado con el TT generó una gran pérdida de agua de hasta el 32.6% en los 25 días de observación respectivamente, lo que represento una tercera parte del peso total de los frutos sin recubrir. La aplicación de un recubrimiento en arándano disminuyó la pérdida de peso durante el almacenamiento.

La pérdida de peso está relacionada directamente con la deshidratación de la fruta y es considerada como un factor que influye en la aceptación del producto (Moncayo, 2013).

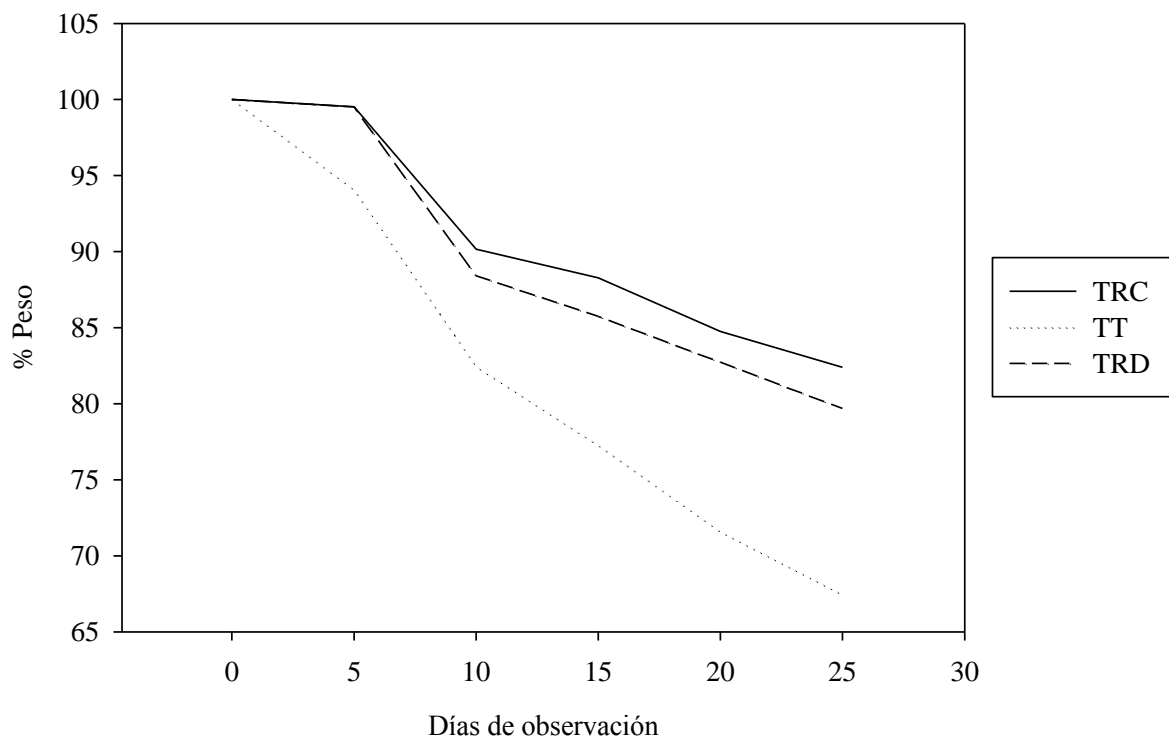


Figura 4. 10 Pérdida de peso en arándano con recubrimiento comestible

4.10 Índice de deterioro

Las frutas sin recubrir presentan signos de deterioro fúngico después del día 5 (Figura 4.11). Al final del almacenamiento el 13% de los frutos sin recubrir fueron infectadas con hongos visibles, en tanto que TRC presentan un porcentaje menor de sólo el 7%, mientras que TRD, concentra el 92% de frutos viables, esto debido a la barrera formada sobre la superficie del fruto consiguió disminuir el ataque microbiano y fúngico. La adición de compuestos como ceras y agentes antimicrobianos orgánicos en la formulación de los recubrimientos puede reducir el deterioro de los alimentos y mejorar la permeabilidad al vapor de agua (Chiumarelli & Hubinger, 2012).

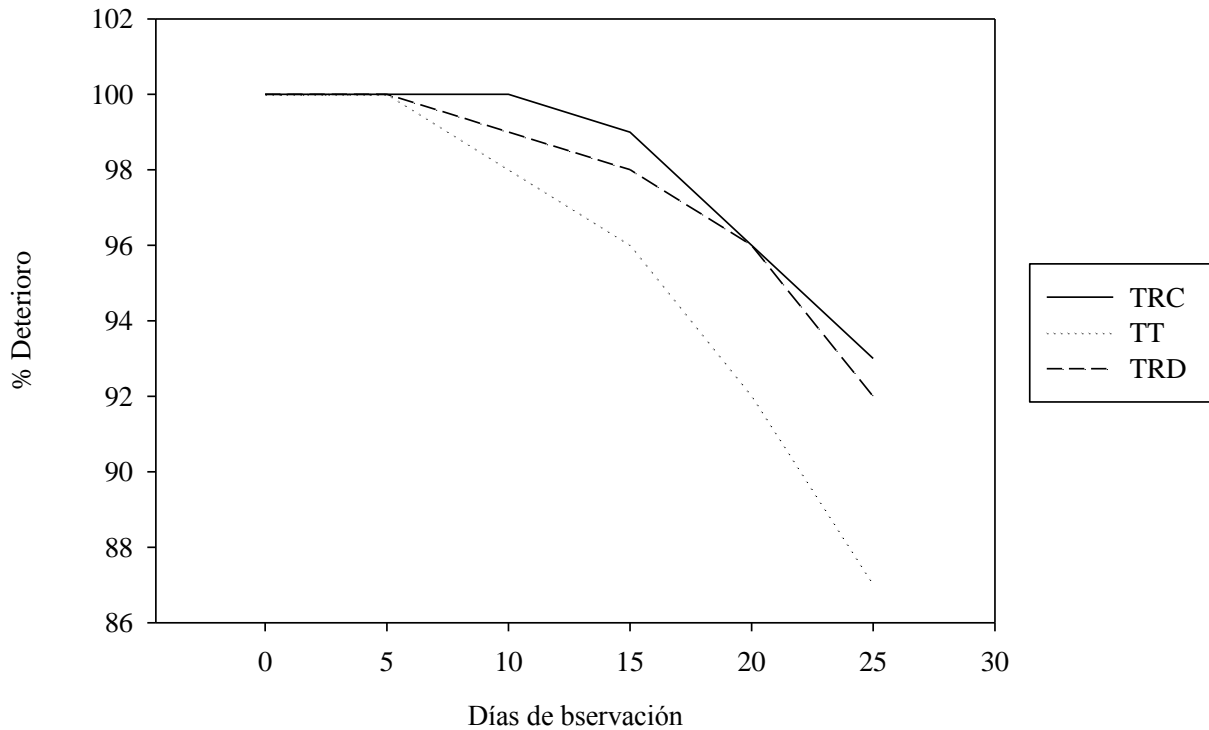


Figura 4. 11 Índice de deterioro del arándano

4.11 Conclusión de la formulación y aplicación del recubrimiento en arándano

La formulación ideal para la elaboración de la película comestible es la que contiene 5% grenetina y 1% glicerol, para obtener el grosor mínimo de 0.018 mm, con color cuasi transparente al momento de la solidificación, la rugosidad que la película presentó un Ra de 31.625 μm , Rz de 158.500 μm y Rq de 38.475 μm .

El recubrimiento fue preparado a mayor escala y se aplicó en los tratamientos que debían ser analizados y al final de los 25 días del experimento se observó que el TRC tuvo una concentración de acidez de 1.4921 g ácido cítrico/L y el TT sólo 0.9158 g ácido cítrico/L. La concentración final de SST en TRC fue de 11.80 y TT 10.6 °Bx, por lo que la muestra presentó mayor presencia de azúcares, el pH al cabo de los 25 días para TRC fue de 3.15, el color mostró que el ángulo de saturación fue de 11.89, luminosidad 28.22 y matiz de 185.11 los datos revelaron que los frutos no perdieron el *Bloom* en la superficie. Todo lo anterior indicó que las características organolépticas de los arándanos recubiertos se preservan mejor.

Finalmente se localizó que al aplicar el recubrimiento de aloe vera se logró que el 93% de los frutos tratados fueran viables para su consumo, es decir sólo el 7% fue susceptible a ataque microbiano y fúngico en el caso del TT hasta el 13% fue infectado. Para el caso de la pérdida fisiológica de peso el TRC limitó su merma al 17.6% lo que resulta casi la mitad que los arándanos no recubiertos que alcanzaron un 32.6% lo que muestra una relativa ventaja al momento de la comercialización.

4.12 Análisis de costos

En la tabla 4.4 se analizan los costos que la formulación del recubrimiento genera, los precios de los insumos se calcularon según los datos proporcionados por los proveedores de la empresa. La obtención del mucilago se plantea desde la perspectiva que la empresa sea autosuficiente y produzca su propia sábila orgánica y después proceda a un proceso de manufactura, para la disminución de costos y la obtención de un margen de utilidad mayor, esto también le permitirá mantener el control sobre los requerimientos que la normas de la certificación orgánica les solicita.

Tabla 4. 4 Costos de formulación de recubrimiento comestible

Insumo	Concentración	Requerimiento	Unidad	Precio	Costo
Mucílago A. V.	100%	1	Litro	\$ 12.00	\$ 12.00
Grenetina	5%	0.05	Kg	\$ 249.00	\$ 12.45
Glicerol	1%	0.2	Litro	\$ 98.00	\$ 19.60
Total recubrimiento		1.25	Litro		\$ 44.05

Los costos que generaría la implementación del recubrimiento en el proceso para agregar valor al arándano se analizan en la tabla 4.5, estos costos se duplican en comparación con otras ceras o recubrimientos comestibles existentes en el mercado debido a su origen y proceso orgánico.

Tabla 4. 5 Rendimiento del recubrimiento para la aplicación en arándano

Rendimientos		
Costo	35.2	\$/L
Rendimiento por aplicación	1.2	t/L
Costo por volumen	28.9	\$/t

4.13 Propuesta de implementación de PB

Los costos de la aplicación del recubrimiento comestible dentro del sistema productivo se muestran a continuación, se manifiesta que la implementación recurre en la adquisición de cuatro equipos a los adicionales a los existentes.

4.13.1 Inversión

Se presentan en este punto el total de inversiones previstas para los cinco primeros años de actividad. Entendiendo la inversión existente en el sentido económico (Tabla 4.6), en este apartado se encontrará la colocación de capital con el que la empresa cuenta actualmente, con la finalidad de obtener una ganancia futura a través de la implementación de las películas. Es necesario mencionar que la adquisición de la mayoría de los existentes se realizó en el año 2014, a excepción del equipo de transporte que fue en 2016, haciendo notar que para 2017 se tendrán reemplazar las computadoras y equipos de impresión.

En la Tabla 4.7 se localiza la inversión necesaria para la implementación de las biopelículas en el proceso productivo de la empresa, siendo las principales inversiones los de la adquisición de cuatro equipos y la materia prima e insumos para el funcionamiento.

Estas inversiones se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 4. 6 Inversiones existentes para la implementación de películas en arándano

INVERSIONES EXISTENTES	
Activos corrientes	\$ 8,205,637.00
Efectivo en caja y deposito en instituciones de crédito	\$ 1,115,137.00
Cuentas por cobrar	\$ -
Inventarios	\$ 7,090,500.00
De materia prima	\$ 7,090,500.00
De mercancía para la venta	\$ -
Otros inventarios (envases y embalaje)	
Otros activos circulantes	\$ -
Inversiones en acciones	\$ -
Activos no corrientes	\$ 1,845,150.00
Terrenos	\$ 250,000.00
Construcciones	\$ 300,000.00

Maquinaria y equipo	\$	1,153,850.00
Frigorífico	\$	535,600.00
Banda transportadora	\$	32,000.00
Seleccionadora/Clasificadora	\$	575,000.00
Charola para cosecha	\$	11,250.00
Mobiliario y equipo de oficina	\$	12,300.00
Computadoras y equipos de impresión		
Equipo de transporte	\$	129,000.00
Otros activos fijos	\$	-
Cargos y gastos diferidos	\$	39,000.00
Otros cargos y gastos diferidos	\$	39,000.00
Costo de oportunidad del capital	\$	-
Otros cargos y gastos diferidos	\$	-
Total	\$	10,089,787.00

Tabla 4. 7. Inversiones requeridas para la implementación de películas en arándano

INVERSIONES REQUERIDAS

Activos corrientes	\$	10,212,128.45
Efectivo en caja y depósito en instituciones de crédito	\$	-
Cuentas por cobrar	\$	-
Inventarios	\$	10,212,128.45
De materia prima	\$	7,090,500.00
De mercancía para la venta	\$	-
Otros inventarios (envases y embalaje)	\$	3,121,628.45
Otros activos circulantes	\$	-
Inversiones en acciones	\$	-
Activos no corrientes	\$	846,750.34
Maquinaria y equipo	\$	829,350.34
Extractor industrial	\$	2,998.00
Túnel de enfriamiento	\$	358,569.35
Máquina Bañadora	\$	435,782.99
Banda transportadora	\$	32,000.00
Computadoras y equipos de impresión	\$	17,400.00
Cargos y gastos diferidos	\$	-
Otros cargos y gastos diferidos	\$	-
Costo de oportunidad del capital	\$	-
Otros cargos y gastos diferidos	\$	-
Total	\$	11,058,878.79

4.13.2 Financiación

Para poder llevar a cabo estas inversiones la empresa, se financiará como se especifica en la siguiente en la Tabla4:

Tabla 4. 8. Disponibilidad de recursos para la financiación

FINANCIACIÓN	
CONCEPTO	INICIAL
Fondos propios (valoración de la aportación de los socios)	\$ 355,000.00
Reserva legal	\$ 85,000.00
Efectivo en caja y deposito en instituciones de crédito	\$ 1,115,137.00
Total de deudas L/P	\$ 480,000.00
Préstamos L/P	\$ 480,000.00
Plazo en años	4.0
Tipo de Interés	10%
Total deudas C/P	\$ 5,106,064.22
Compras C/P (Materia prima)	\$ 3,545,250.00
Plazo en meses (máximo 18 meses)	12.0
Tipo de Interés	10%
Otros inventarios (envases y embalaje)	\$ 1,560,814.22
Acreedores diversos	\$ -

4.13.3 Política de depreciación

En la Tabla 4.9 se muestran las depreciaciones indicadas por la Ley de Impuesto Sobre la Renta (ISR):

Tabla 4. 9 Parámetros de índice de vida útil

TASAS DE DEPRECIACIÓN	
ACTIVOS NO CORRIENTES	% ANUAL
Construcciones	4%
Maquinaria y equipo	10%
Mobiliario y equipo de oficina	10%
Computadoras y equipos de impresión	33.3%
Equipo de transporte	20%
Otros activos fijos	25%

Cargos y gastos diferidos	15%
Costo de oportunidad del capital	15%

Fuente: Elaboración propia con datos de DOF (2017).

4.13.4 Ingresos por áreas de negocio. Previsión de ventas anuales

En la Tabla 4.10 se analiza la distribución por concepto de ventas de la empresa pronosticados para el año 2017, a continuación (Tabla 4.11) se estiman los ingresos por ventas, para los próximos 5 años, de cada tipo de producto que ofrece la sociedad, teniendo como referencia que para este año se espera un volumen de producción de 163 t en la región de Zacatlán y un incremento de la producción del 10% anual.

Tabla 4. 10 Distribución de ventas de la empresa para 2017

Distribución de productos en mercado	Porcentaje	Volumen (kg)	Precio de venta	Total
Arándano fresco (4.4 oz ó 125 gr)	40%	65200	\$ 190.00	\$ 12,388,000.00
Arándano fresco (6 oz ó 170 gr)	35%	57050	\$ 140.00	\$ 7,987,000.00
Arándano fresco (24 oz ó 680 gr)	15%	24450	\$ 110.00	\$ 2,689,500.00
Arándano industrial	10%	16300	\$ 60.00	\$ 978,000.00
		163,000		\$ 24,042,500.00

Tabla 4. 11 Pronostico de ventas 2017 – 2021 de la empresa

PREVISIÓN DE VENTAS POR AÑOS						
AÑOS						
	1	2	3	4	5	
Total de ventas	\$ 24,042,500.00	\$ 26,446,750.00	\$ 29,091,425.00	\$ 32,000,567.50	\$ 35,200,624.25	
Arándano fresco (4.4 oz ó 125 gr)	\$ 12,388,000.00	\$ 13,626,800.00	\$ 14,989,480.00	\$ 16,488,428.00	\$ 18,137,270.80	
Arándano fresco (6 oz ó 170 gr)	\$ 7,987,000.00	\$ 8,785,700.00	\$ 9,664,270.00	\$ 10,630,697.00	\$ 11,693,766.70	
Arándano fresco (24 oz ó 680 g)	\$ 2,689,500.00	\$ 2,958,450.00	\$ 3,254,295.00	\$ 3,579,724.50	\$ 3,937,696.95	
Arándano industrial	\$ 978,000.00	\$ 1,075,800.00	\$ 1,183,380.00	\$ 1,301,718.00	\$ 1,431,889.80	
D vs AA		10%	10%	10%	10%	

4.13.5 Evaluación de los costos variables

Se presenta a continuación en la Tabla 4.12 el resumen de los costos variables asociados a los productos de la empresa, con el peso de cada uno de ellos respecto al total de tipo de gasto.

Tabla 4. 12 Resumen de costos variables para venta de arándano

ESTIMACIÓN DEL COSTO VARIABLE PRODUCTO		
Concepto	IMPORTE	%
Consumo de inventarios	\$ 7,090,500.00	27%
Arándano fresco (4.4 oz ó 125 gr)	\$ 2,934,000.00	12%
Arándano fresco (6 oz ó 170 gr)	\$ 2,567,250.00	11%
Arándano fresco (24 oz ó 680 gr)	\$ 1,100,250.00	5%
Arándano industrial	\$ 489,000.00	2%
Otros gastos e insumos	\$ 3,121,628.45	13%
Clamshel (4.4 oz ó 125 gr)	\$ 782,400.00	3%
Clamshel (6 oz ó 170 gr)	\$ 570,500.00	2%
Clamshel (24 oz ó 680 gr)	\$ 75,507.35	0%
Charola industrial	\$ 81,500.00	0%
Gastos directos de producción	\$ -	0%
Empaque y embalaje	\$ 926,958.63	4%
Recubrimiento comestible	\$ 4,237.47	0%
Gastos directos de comercialización (comisiones)	\$ -	0%
Gastos directos de distribución	\$ 387,125.00	2%
Mano de obra variable (importe total)	\$ 293,400.00	1%
Otros gastos variables	\$ -	0%
Costo total variable	\$ 10,212,128.45	40%

4.13.6 Evaluación de los costos fijos

Se presenta a continuación en la Tabla 4.13 con los costos fijos de la empresa. Además, detalla el correspondiente de costos fijos mensuales, así como semestrales, y la tasa de crecimiento anual aplicada para realizar las proyecciones.

Tabla 4. 13 Resumen de costos fijos para operación anual de la empresa

PREVISIÓN DE COSTOS FIJOS POR AÑO						
Total costos fijos	1	2	3	4	5	
	\$ 322,168.00	\$ 341,498.08	\$ 361,987.96	\$ 383,707.24	\$ 406,729.68	
Subtotal Costos fijos	\$ 130,168.00	\$ 137,978.08	\$ 146,256.76	\$ 155,032.17	\$ 164,334.10	
Mantenimiento	\$ 8,000.00	\$ 8,480.00	\$ 8,988.80	\$ 9,528.13	\$ 10,099.82	
Gastos por renta	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Publicidad	\$ 3,000.00	\$ 3,180.00	\$ 3,370.80	\$ 3,573.05	\$ 3,787.43	
Seguros	\$ 12,000.00	\$ 12,720.00	\$ 13,483.20	\$ 14,292.19	\$ 15,149.72	
Agua	\$ 4,500.00	\$ 4,770.00	\$ 5,056.20	\$ 5,359.57	\$ 5,681.15	
Electricidad	\$ 35,000.00	\$ 37,100.00	\$ 39,326.00	\$ 41,685.56	\$ 44,186.69	
Telefonía e internet	\$ 4,668.00	\$ 4,948.08	\$ 5,244.96	\$ 5,559.66	\$ 5,893.24	
Servicios contadores y similares	\$ 24,000.00	\$ 25,440.00	\$ 26,966.40	\$ 28,584.38	\$ 30,299.45	
Certificación orgánica	\$ 29,000.00	\$ 30,740.00	\$ 32,584.40	\$ 34,539.46	\$ 36,611.83	
Membresía código de barras	\$ 10,000.00	\$ 10,600.00	\$ 11,236.00	\$ 11,910.16	\$ 12,624.77	
Sueldos y salarios	\$ 192,000.00	\$ 203,520.00	\$ 215,731.20	\$ 228,675.07	\$ 242,395.58	
Gastos financieros	\$ 25,680.00	\$ 27,220.80	\$ 28,854.05	\$ 30,585.29	\$ 32,420.41	
Tasa de incremento anual	6%					
Costos fijos mensuales	\$ 26,847.33	\$ 28,458.17	\$ 30,165.66	\$ 31,975.60	\$ 33,894.14	
Costos fijos por 6 meses	\$ 161,084.00	\$ 170,749.04	\$ 180,993.98	\$ 191,853.62	\$ 203,364.84	

4.14 Estados de resultados previsionales

Se detalla a continuación (Tabla 4.14) el estado de resultados para los primeros cinco ejercicios económicos.

Tabla 4. 14 Estado de resultados provisional para los años 2017 – 2021

ESTADO DE RESULTADOS PROVISIONAL					
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Ventas					
Ventas Netas	\$ 24,042,500.00	\$ 26,446,750.00	\$ 29,091,425.00	\$ 32,000,567.50	\$ 35,200,624.25
D vs AA		10%	10%	10%	10%
Costo ventas	\$ 10,212,128.45	\$ 11,233,341.29	\$ 12,356,675.42	\$ 13,592,342.96	\$ 14,951,577.26
Consumo de inventarios	\$ 7,090,500.00	\$ 7,799,550.00	\$ 8,579,505.00	\$ 9,437,455.50	\$ 10,381,201.05
Otros gastos e insumos	\$ 3,121,628.45	\$ 3,433,791.29	\$ 3,777,170.42	\$ 4,154,887.46	\$ 4,570,376.21
% vs Ingresos	42%	42%	42%	42%	42%
Utilidad bruta	\$ 13,830,371.55	\$ 15,213,408.71	\$ 16,734,749.58	\$ 18,408,224.54	\$ 20,249,046.99
% vs Ingresos	58%	58%	58%	58%	58%
Gastos de operación					
Total de gastos de operación	\$ 322,168.00	\$ 341,498.08	\$ 361,987.96	\$ 383,707.24	\$ 406,729.68
Subtotal Costos fijos	\$ 130,168.00	\$ 137,978.08	\$ 146,256.76	\$ 155,032.17	\$ 164,334.10
Sueldos y salarios	\$ 192,000.00	\$ 203,520.00	\$ 215,731.20	\$ 228,675.07	\$ 242,395.58
D vs AA		6%	6%	6%	6%
% vs Ingresos	1%	1%	1%	1%	1%
Utilidad de Operación	\$ 13,508,203.55	\$ 14,871,910.63	\$ 16,372,761.62	\$ 18,024,517.30	\$ 19,842,317.32
% vs Ingresos	56%	56%	56%	56%	56%

Depreciación y amortización										
Total gastos Depreciación y amortización	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23
Gastos depreciación activo fijo	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23	\$	243,144.23
Gastos depreciación gastos diferidos	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
% vs Ingresos		1%		1%		1%		1%		1%
Gastos y Productos financieros										
Total gastos y productos financieros	\$	25,680.00	\$	27,220.80	\$	28,854.05	\$	30,585.29	\$	32,420.41
Gastos Financieros	\$	25,680.00	\$	27,220.80	\$	28,854.05	\$	30,585.29	\$	32,420.41
% vs Ingresos		0%		0%		0%		0%		0%
Otros gastos	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Otros ingresos	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Utilidad antes de impuestos	\$	13,239,379.32	\$	14,601,545.60	\$	16,100,763.33	\$	17,750,787.77	\$	19,566,752.67
% vs Ingresos		55%		55%		55%		55%		56%
		10%								
ISR 10%	\$	1,323,937.93	\$	1,460,154.56	\$	1,610,076.33	\$	1,775,078.78	\$	1,956,675.27
PTU 30%	\$	3,971,813.80	\$	4,380,463.68	\$	4,830,229.00	\$	5,325,236.33	\$	5,870,025.80
% vs Ingresos		22%		22%		22%		22%		22%
Utilidad Neta	\$	7,943,627.59	\$	8,760,927.36	\$	9,660,458.00	\$	10,650,472.66	\$	11,740,051.60
% vs Ingresos		33%		33%		33%		33%		33%

4.15 Balance general

Se presenta en la Tabla 4.15 el balance general provisto para los cinco primeros años de análisis del proyecto.

Tabla 4. 15 Balances provisionales de la empresa

BALANCES PREVISIONALES						
ACTIVO	AÑOS					
	1	2	3	4	5	
Circulante						
Efectivo y equivalentes	\$ 1,115,137.00		\$ -	\$ -	\$ -	
Cuentas y documentos por cobrar:	\$ -	\$ 1,653,928.00	\$ 1,793,857.00	\$ 1,947,390.00	\$ 1,840,095.00	
Ventas netas	\$ 24,042,500.00	\$ 26,446,750.00	\$ 29,091,425.00	\$ 32,000,567.50	\$ 35,200,624.25	
Impuestos por recuperar	\$ 73,103.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Inventarios	\$ 34,483.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Otros activos circulantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Inversiones en acciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Total Circulante	\$ 25,265,223.00	\$ 28,100,678.00	\$ 30,885,282.00	\$ 33,947,957.50	\$ 37,040,719.25	
Fijo						
Maquinaria y equipo requerido	\$ 829,350.34	\$ 829,350.34	\$ 829,350.34	\$ 829,350.34	\$ 829,350.34	
Computadoras y equipos de impresión	\$ 17,400.00	\$ 17,400.00	\$ 17,400.00	\$ 17,400.00	\$ 17,400.00	
Equipo de transporte					\$ 142,241.00	
Otros activos fijos	-	-	-	-	-	
Maquinaria y equipo total	\$ 846,750.34	\$ 846,750.34	\$ 846,750.34	\$ 846,750.34	\$ 988,991.34	
Depreciación acumulada	-\$ 88,729.23	-\$ 177,458.47	-\$ 266,187.70	-\$ 354,916.94	-\$ 443,646.17	
VS Maquinaria y equipo	\$ 758,021.11	\$ 669,291.87	\$ 580,562.64	\$ 491,833.40	\$ 545,345.17	
Total Fijo	\$ 758,021.11	\$ 669,291.87	\$ 580,562.64	\$ 491,833.40	\$ 545,345.17	
Diferido						
Certificación orgánica	\$ 29,000.00	\$ 31,900.00	\$ 35,090.00	\$ 38,599.00	\$ 42,458.90	
Membresía código de barras	\$ 10,000.00	\$ 11,000.00	\$ 12,100.00	\$ 13,310.00	\$ 14,641.00	
Activo diferido	-	-	-	-	-	
Depreciación acumulada activo diferido	-	-	-	-	-	
Total Diferido	\$ 39,000.00	\$ 42,900.00	\$ 47,190.00	\$ 51,909.00	\$ 57,099.90	
TOTAL ACTIVO	\$ 26,062,244.11	\$ 28,812,869.87	\$ 31,513,034.64	\$ 34,491,699.90	\$ 37,643,164.32	

PASIVO					
Corto plazo					
Compras C/P (Materia prima)	\$ 7,090,500.00	\$ 7,799,550.00	\$ 8,579,505.00	\$ 9,437,455.50	\$ 10,381,201.05
Otros inventarios (envases y embalaje)	\$ 3,121,628.45	\$ 3,433,791.29	\$ 3,777,170.42	\$ 4,154,887.46	\$ 4,570,376.21
Acreedores diversos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Anticipo de clientes					
Impuestos por pagar	\$ 1,323,937.93	\$ 1,460,154.56	\$ 1,610,076.33	\$ 1,775,078.78	\$ 1,956,675.27
IMSS acreedor					
INFONAVIT acreedor					
SAT acreedor por ISR retenido a trabajadores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Participación de los trabajadores en las utilidades	\$ 3,971,813.80	\$ 4,380,463.68	\$ 4,830,229.00	\$ 5,325,236.33	\$ 5,870,025.80
Total Corto Plazo	\$ 15,507,880.17	\$ 17,073,959.53	\$ 18,796,980.75	\$ 20,692,658.07	\$ 22,778,278.33
Largo Plazo					
Préstamos L/P	\$ 480,000.00	\$ 384,000.00	\$ 307,200.00	\$ 245,760.00	\$ 196,608.00
Total Largo Plazo	\$ 480,000.00	\$ 384,000.00	\$ 307,200.00	\$ 245,760.00	\$ 196,608.00
TOTAL PASIVO	\$ 15,987,880.17	\$ 17,457,959.53	\$ 19,104,180.75	\$ 20,938,418.07	\$ 22,974,886.33
CAPITAL CONTABLE					
Capital Social	\$ 355,000.00	\$ 355,000.00	\$ 355,000.00	\$ 355,000.00	\$ 355,000.00
Reserva legal	\$ 85,000.00	\$ 85,000.00	\$ 85,000.00	\$ 85,000.00	\$ 85,000.00
Utilidades retenidas de ejercicios anteriores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidades del ejercicio	\$ 7,943,627.59	\$ 8,760,927.36	\$ 9,660,458.00	\$ 10,650,472.66	\$ 11,740,051.60
Terrenos	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00
Construcciones	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
Maquinaria y equipo	\$ 1,153,850.00	\$ 1,153,850.00	\$ 1,153,850.00	\$ 1,153,850.00	\$ 1,153,850.00
Mobiliario y equipo de oficina	\$ 12,300.00	\$ 12,300.00	\$ 12,300.00	\$ 12,300.00	\$ 12,300.00
Equipo de transporte	\$ 129,000.00	\$ 129,000.00	\$ 129,000.00	\$ 129,000.00	\$ 129,000.00
Maquinaria y equipo total	\$ 1,595,150.00	\$ 1,595,150.00	\$ 1,595,150.00	\$ 1,595,150.00	\$ 1,466,150.00
Depreciación acumulada	-\$ 154,415.00	-\$ 308,830.00	-\$ 463,245.00	-\$ 617,660.00	-\$ 772,075.00
VS Maquinaria y equipo	\$ 1,440,735.00	\$ 1,903,980.00	\$ 2,058,395.00	\$ 2,212,810.00	\$ 2,238,225.00
TOTAL CAPITAL CONTABLE	\$ 10,074,362.59	\$ 11,354,907.36	\$ 12,408,853.00	\$ 13,553,282.66	\$ 14,668,276.60
ACTIVO= PASIVO + CAPITAL	\$ 26,062,242.77	\$ 28,812,866.89	\$ 31,513,033.75	\$ 34,491,700.73	\$ 37,643,162.93
COMPROBACIÓN = TOTAL DE ACTIVO- (PASIVO + CAPITAL)	\$ 1.34	\$ 2.99	\$ 0.88	-\$ 0.83	\$ 1.39

4.16 Índices del proyecto

4.16.1 Márgenes de venta

En la tabla 4.16 se localiza el margen es la diferencia entre el precio de venta (sin impuestos) y el costo del producto (sin impuestos). El costo del producto incluye el precio de compra y los costos directos asociados. No solo está la materia prima, sino también los costos de fabricación o de logística que pueden ser directamente asociados a este producto.

Tabla 4. 16 Proyección de márgenes de la empresa

		Márgenes de Ventas				
		Años				
		1	2	3	4	5
Margen Neto	Utilidad Neta/ Ventas	33.0%	33.1%	33.2%	33.3%	33.4%
Margen Operativo	EBIT/ Ventas	55.1%	55.2%	55.3%	55.5%	55.6%
Margen Bruto	Utilidad bruta/Ventas	57.5%	57.5%	57.5%	57.5%	57.5%

4.16.2 Rentabilidad

Se entiende por rentabilidad la relación existente entre los beneficios que proporcionan una determinada operación y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero se suele expresar en porcentajes como se muestra a continuación.

Se presentan los parámetros más significativos sobre los resultados obtenidos. Para ello utilizamos cuatro métodos de evaluación para conocer la viabilidad del proyecto en función de su rentabilidad:

El valor actual neto se determinó bajo las condiciones de la Tabla 4.17:

Para hacer cálculo del VAN se utilizó una tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) 15%, superior a la sugerida por la siguiente fórmula:

$$\text{TREMA} = \text{TIIIE} + \text{prima de riesgo}$$

TIIIE 91 días	7.42%
Prima de riesgo Clase III	2.5984%
TREMA	10.0184%

4.16.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto se determinó utilizando la función en computadora, con una tasa de interés de 15% a cinco años (Tabla 4.17), con datos de menos la inversión con los flujos de efectivo respectivo a cada año.

La comparación los valores presentes los flujos de efectivo con la inversión original, suponen la igualdad de oportunidades para la reinversión de los flujos de caja a una tasa de interés del 15% como el retorno mínimo aceptable para el proyecto. El valor presente del proyecto es igual a la diferencia entre el valor presente de los flujos anuales de fondos y la inversión inicial. El valor presente neto es una única cantidad referida al tiempo cero y representa una ganancia al ser positiva.

Tabla 4. 17 Valores para determinar VAN

Año	Flujo de efectivo
0	-\$ 11,058,878.79
1	\$ 7,943,627.59
2	\$ 8,760,927.36
3	\$ 9,660,458.00
4	\$ 10,650,472.66
5	\$ 11,740,051.60
VAN	\$ 18,044,673.04

4.16.2.2 La Tasa Interna de Retorno (TIR)

En la tabla 4.18 se muestran los datos que generan la TIR, se analizaron datos de la inversión inicial y los flujos de efectivo con respecto al valor actual de los cinco años de proyección que el proyecto genera. Lo que significa que la valorización del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto.

Por lo tanto, la TIR obtenida es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero necesario para financiar la inversión y tenerla totalmente paga al final de la vida útil del proyecto.

Tabla 4. 18 Flujos de capital para la TIR

Año	TIR
0	-\$11,058,878.79
1	\$ 7,943,627.59
2	\$ 8,760,927.36
3	\$ 9,660,458.00
4	\$ 10,650,472.66
5	\$ 11,740,051.60
	74.96%

4.16.2.3 Punto de equilibrio (PE)

El punto de equilibrio se calculó del cociente del costo total anual de la operación y la diferencia del precio de venta y el costo de producción por cada kilogramo de arándano que la empresa transforma. Este PE relaciona los costos fijos y variables con los ingresos por ventas con el fin de planificar los beneficios, también sirve para organizar y presentar la planeación de producción de la empresa en el corto plazo. El valor del PE indica el volumen al cual las ventas y los costos de producción se igualan exactamente, es decir una unidad adicional producida y vendida originará una ganancia a la organización.

Tabla 4. 19 Valores para determinar el PE

Variable	Total
Costos variables	\$ 10,212,128.45
Costos fijos	\$ 322,168.00
Costo total	\$ 10,534,296.45
Costo variable /Kg	\$ 62.65
Costo fijo/kg	\$ 1.98
Precio de venta	\$ 147.50
Utilidad neta	\$ 82.87
Volumen anual	\$ 163,000
Punto de equilibrio (Kg)	124,154

4.16.2.4 Relación Beneficio/Costo (B/C)

El ratio de beneficio costo de la operatividad del proyecto se obtuvo a partir del cálculo del valor presente de los ingresos totales del proyecto entre los egresos actualizados de los cinco años de funcionamiento de la empresa.

Tabla 4. 20 Valores para la determinación de la relación B/C

Año	Ingresos	Egresos
1	\$ 24,042,500.00	\$ 15,987,880.17
2	\$ 26,446,750.00	\$ 17,457,959.53
3	\$ 29,091,425.00	\$ 19,104,180.75
4	\$ 32,000,567.50	\$ 20,938,418.07
5	\$ 35,200,624.25	\$ 22,974,886.33
VPN	\$ 95,829,508.21	\$ 63,058,726.46

4.16.2.5 El Payback

En la Tabla 4.21 se muestran los índices obtenidos para este proyecto, la reintegración del desembolso se realiza en 1.43 años.

Tabla 4. 21 Determinación de años de recuperación

Año	Utilidades netas	PAYBACK
0	-\$11,058,878.79	-\$ 11,058,878.79
1	\$ 7,943,627.59	-\$ 3,115,251.19
2	\$ 8,760,927.36	\$ 5,645,676.16
3	\$ 9,660,458.00	
4	\$ 10,650,472.66	
5	\$ 11,740,051.60	

En la tabla 4.22 se muestra un resumen de los indicadores de rentabilidad que la implementación de recubrimientos en arándano genera para la empresa. La empresa actualmente tiene un valor económicamente viable, la TIR es superior a la TREMA

Tabla 4. 22 Resumen de índices de rentabilidad del proyecto para la empresa

Evaluación financiera del proyecto	
VAN	\$18,044,673.04
TIR	74.96%
Punto de Equilibrio (Volumen kg)	124,154
B/C	1.52
Pay back (años)	1.43

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se obtuvieron películas biodegradables de mucilago de aloe vera completamente homogéneas por el método de vaciado en placa, la que presentó mejores características fue la compuesta por 5% grenetina y 1% glicerol. Estas presentan buenas propiedades de textura y grosor, las cuales son características buscadas para la protección de los frutos durante la comercialización

El método de aplicación por inmersión es más eficiente en cuanto a homogeneidad, la desventaja son los tiempos de espera en el proceso de escurrimiento para lograr una capa muy fina sobre la superficie del fruto.

El uso de películas biodegradables para el recubrimiento en frutos de arándano ayudó a retardar disminuir el porcentaje de pérdida de agua hasta el día 25 de análisis en condiciones constantes de almacenamiento, debido a que la PB funcionó como un micro atmosfera modificada. Esto asegura el cumplimiento de la hipótesis al superar los 15 días de vida de anaquel que el arándano presenta actualmente, además se conservaron sus principales características organolépticas que el mercado requiere color, sabor, textura.

Evaluar la rentabilidad de la aplicación de biopelículas en frutos de arándano, con base en la relación Beneficio/Costo (B/C) representa el 1.52 lo que lo vuelve una opción viable para empresa si piensa expandir sus mercados en el futuro, lo que le permitirá colocar sus productos en Europa y Asia, donde los tiempos de transporte aumentan. Actualmente los berries mexicanos están en periodo de expansión para otros mercados y al igual que el aguacate se están posicionando como productos estrella del campo mexicano.

La TIR de la propuesta de implementación es de 74.96%, en un periodo de recuperación 1.43 años. Lo que representa una excelente opción de inversión no sólo para la empresa sino también para nuevos productores e inversionistas en este sector.

El acceso a sistemas de financiamiento gubernamental se vuelve una opción con menor riesgo, pero no la más favorable, debido a que los tiempos de respuesta son muy largos.

Se recomienda mejorar su sistema interno de contabilidad y declaración fiscal entre socios para reducir las pérdidas económicas por este motivo.

Evaluar los efectos bioquímicos en los frutos recubiertos con PB para continuar con la aplicación y modificación de éstos según los efectos positivos o negativos en los frutos.

Analizar las cargas microbianas presentes en las muestras en distintos días de evaluación que eviten una contingencia futura por causas biológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acedo R. M. y Rodríguez O. J. (2005). **Estructura financiera y rentabilidad de la industria agroalimentaria de La Rioja**. Análisis empírico por sectores y tamaño. Boletín de Estudios Económicos. vol: 60 (184) pp: 163-176.
- APHIS. Animal and Plant Health Inspection Service **Treatment T-107-a-1. Cold Treatment**
Disponible en:
https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/treatment.pdf.
- Aguilar. J. (1993). **Efecto de temperaturas en acondicionamiento en el control de daños por frío de frutos de toronja “red blush y marsh seedless”** Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Edo de Mexico.
- Aguilar, M. M. A. (2005) **Propiedades físicas, mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate**. (Tesis de Maestría) IPN, México, D.F. Recuperado de: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/handle/123456789/1841.g>
- Alzamora, S. M., Guerrero S. N., Nieto, A. B. Y Vidales S. L. (2004). **Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas, Manual de capacitación**. FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s07.htm#TopOfPage>.
- Assis, O. & Pessoa, J. 2004. **Preparation of thin films of chitosan for use as edible coatings to inhibit fungal growth on sliced fruits**. Brazilian Journal of Food Technology. (7):17:22. Recuperado de: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/p04157.pdf>
- Averous L., Fringant C., & Mora L., (2001). **Starch based biodegradable materials suitable for thermoforming Packaging**. Starch, (51), 1-4.
- Arredondo, R. M., García, A. E. E. y Regalado, G. C. (2005). **Actividad antimicrobiana de empaques comestibles y biodegradables a base de proteína de suero lácteo incorporado con nisina, EDTA y nicón**. Memorias del VIII verano de la ciencia de la

región centro y V verano de la ciencia de la UAQ. DIPA. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro.

Badui D. S., (2007). **Química de los alimentos** Facultad de Química, Universidad Autónoma de México Editorial alhambra Mexicana S.A: de C.V. 7° Edición .

Bascope, A. (2013). **Realidad productiva del arándano en EE.UU y México.** Oficina de Estudios y Políticas Agrarias de Chile (ODEPA). Agrimundo. Disponible en: <http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/Informe-ArandanoVF21012013.pdf>.

Blandón N. S., (2012) **Ingeniería Poscosecha II.** UNI Norte.

Brewer, J. W. & R. C. Dobson, (1969). **Seed count and Berry Size in Relation to Pollination Level and Harvest Date for the High Brush Blueberry, *Vaccinium corymbosum*.** J. Econ, Entomol. 62 (6) pp 1353 -1356

Chacón G. (2007) **La Contabilidad de Costos, los Sistemas de Control de Gestión y la Rentabilidad Empresarial.** Actualidad Contable FACES. vol: 10 pp: 29-45.

Cataldo, N. C., (2011). **Proyecciones de temporada 2011/2012.** Edición especial internacional. Arándanos en Chile, es una publicación elaborada y distribuida por portal frutícola. Recuperado de <http://www.apama.com.ar/Revista-arandanos-de-Chile.pdf>

Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010). Recuperado de: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/Capitulos/PDF/Anexo%20B3.pdf
<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=208>

Cruañes, M. C. y Locaso D. E. (2011), **Quitosano: antimicrobiano biodegradable en poscosecha de arándanos (*Vaccinium myrtillus L.*).** Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, XII (1):57:63, Asociación Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S.C. México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/813/81318808009.pdf>.

- Díaz, M. D. H., (2002) **Fisiología del arboles Frutales** AGT editor S.A. Mexico.
- De Godos J. y Cabeza L, Fernández R. (2011). **Influencia de la rentabilidad y otros factores sobre la RSC**. XIX Congreso de EBEN (European Business Ethics Network) España.
- FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de estadística. (2015). <http://faostat3.fao.org/home/S>
- Figuroa, G. (2005). **Estudio de factibilidad de la producción de arándano en Catamarca**. Dirección provisional de programación del desarrollo. Catamarca, Argentina.
- Gallardo S. A. (2013). **Uso de la luz UV-C en la Calidad del Arándano Azul (*Vaccinium ashei* Reade)**. (Tesis de Maestría). COLPOS. Montecillo, Texcoco, Méx. Recuperado de http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1911/Gallardo_Sandoval_A_MC_Fructicultura_2013.pdf?sequence=1 Fecha de consulta 07 diciembre 2014 16:45
- Galleta, G.J. & J.R. Ballington, (1996) **Blueberries, cranberries, and lingonberries in J. Janick and J.N. Moore (eds.)**. Fruit breeding, vol. II: Vines and small fruits. John Wiley & Sons, inc. New York. Pp. 1-107
- García L. M. L. (2010) **Tecnologías de envasado en atmósferas protectoras y su calidad Microbiológica**. Departamento de Higiene y tecnología de los alimentos, Universidad de León. Recuperado en http://www.aesan.msc.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/otras_actividades/UIM_P_seg_alimentaria_nutricion/Maria_Luisa_Garcia_Lopez.pdf
- Godoy. C. A., 2004. **Conservación de dos variedades de arándano alto en condiciones del frío convencional**. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar de Platea, Balcarce Buenos Aires, Argentina. Rev, FCA UNCuyo tomo XXXVI N° 1 de ablandamiento”
- González P. A., Correa R. A. y Acosta M. M. (2002). **Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes**. Spanish Journal of Finance and Accounting. vol: XXXI (112) pp: 395-420.

- González, A. G.A., Monroy G. I.N., Goycoolea V. F., Díaz C. M.E. y Ayala Z. J.F. (2005). **Cubiertas comestibles de quitosano. Una alternativa para prevenir el deterioro microbiano y conservar la calidad de papaya fresca cortada. Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas.** 1:121:133. Recuperado de: <http://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/cubiertas-comestibles-de-quitosano-una-alternativa-para-prevenir-el-deterioro-microbiano-y-c>.
- Harderburg, R. E., A. E. Watada, and C-Y. Wang. 1986. **The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks.** USDA, Agriculture Handbook N° 66.
- Heredia, A., Zapata, L., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., Carlazara, G. (2013) **Efecto de aspersiones con un elicitador en la calidad poscosecha de frutos de arándanos en Argentina.** Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 181-185. Asociación Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S.C. Hermosillo, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81329290012>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C y Baptista, L. P. (2006). **Metodología de la investigación.** Cuarta edición. McGraw Hill/Interamericana Editores S. A. de C.V.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C y Baptista, L. P. (2007) **Fundamentos de metodología de la investigación.** McGraw Hill/Interamericana Editores S. A. de C.V. México.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2010). **Metodología de la investigación.** (5ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- UNIT. Instituto Uruguayo De Normas Técnicas. (2009). **Herramientas para la Mejora de la Calidad.** Montevideo – Uruguay. Disponible en: <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>
- Kader, A. A., (2007). **Tecnología Poscosecha de cultivos Hortofrutícolas** Tercera Edición, Universidad de California Centro de Información e investigación en Tecnología Poscosecha.

- López, M. M. A., Ruiz C. S., Navarro P. C., Ornelas P. J. J., Estrada A. M., Gassos O. L.E., Joaquín Rodrigo G. J. (2012). **Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas.** *BIOtecnia / XIV (1):* 33:43. Recuperado de: <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/19-EFECTO%20DE%20RECUBRIMIENTOS%20COMESTIBLES.pdf>
- López-M. J., (2009). **Manejo del arándano y posibilidades de este cultivo en México.** Memorias del II Simposio Nacional de producción Forzada de Frutales y I Curso de Producción Forzada de Frutillas y Durazno. Publicado por el Colegio de Postgraduados. p 77-82.
- Miller M & Shukitt-H. B. (2012). **Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* vol: 60 (23) pp: 5709-5715.
- Mondragón, F. A., López, M. J., Ochoa A. S.; Gutiérrez, C. M. (2012) **Hongos Asociados a la Parte Aérea del Arándano en Los Reyes, Michoacán, México.** *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 30, núm. 2, 2012, pp. 141-144 Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Texcoco, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oe?id=61230188004>
- Núñez, B. A.; NeSmith, S.; Sánchez, E.; Prussia, S. y Soto, J. (2005) **Influencia de métodos de cosecha y temperaturas de almacenamiento en la calidad del arándano (Vaccinium ashei R.).** *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 28, núm. 4, pp. 385-388 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oe?id=61028411>
- Núñez B. A.; Sánchez C. E.; Ruiz V. J. y NeSmith, D. S. (2008) **Calidad de poscosecha en cultivares de arándano (Vaccinium sp.) sometidos a períodos de prealmacenamiento y temperaturas.** *Agricultura Técnica en México*, vol. 34, núm. 4, octubre-diciembre, 2008, pp. 453-457. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Texcoco, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oe?id=60811120008>

- Olivas, O. G. I., González, A. G., Martín, B. O. y Soliva, F. R. (2013). **Películas y recubrimientos comestibles. Propiedades y aplicaciones en alimentos.** CIAD-AM Editores Universidad de Lleida, México.
- Pérez E. C., (2012). **Empaques y embalajes.** Tercer milenio, 20-26.
- Pescie, M. A. y López, C.G. (2007). **Inducción floral en arándano alto del sur (vaccinium corymbosum), var. Oneal.** RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 36, núm. 2, agosto, 2007, pp. 97-107. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86436208>
- Portillo C. O. (2013). **Efecto de las condiciones de almacenamiento y pre enfriamiento sobre las propiedades fisicoquímicas en frutos de arándano con diferente tecnología de producción.** Tesis de Licenciatura. Universidad Interserrana del Estado de Puebla – Ahuacatlán (UIEPA). Puebla, Méx.
- Potter, N. N. y Hotchkiss H J. (2007) **Ciencia de los alimentos:** España: ACRIBIA S.A. Zaragoza, España.
- Quintero, C. J., Falguera, V. y Muñoz, H. A. (2010). **Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola.** Revista Tumbaga 5-93:118. Disponible en:
- Ramos J. V. (2014). **Obtención, caracterización y aplicación de películas biodegradables en aguacate y manzana mínimamente procesados.** (Tesis de licenciatura). UIEPA. Puebla, Méx.
- Rodríguez B. M., Marcelo, M. U. y Daniza, M. (2014). **Efecto de mallas sombreadoras sobre la producción y calidad de frutos de arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Brigitta** Scientia Agropecuaria, vol. 6, núm. 1, 2014, pp. 41-50 Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357635328004>.

- Romo, P. (2015). **Las berries reviven el campo jalisciense**. El Economista. (01 de marzo, 2015). Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/estados/2015/03/01/las-berries-reviven-campo-jalisciense>.
- Sajur, S. A.; Ferullo L. M. e Isla, M. I. (2007). **Anatomía del fruto de Vaccinium corymbosum: Fresco y conservado en sistemas combinados no convencionales**. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, vol. 6, núm. 5, 2007, pp. 223-224 Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=85617508048>.
- Sánchez, G. I., Vargas, M., González, M. C., Cháfer, M. y Chiralt, A. (2008) **Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos**. VIII Congreso SEAE Bullas. Departamento de Tecnología de Alimentos, Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, Universidad Politécnica de Valencia
- Rojas, G. A., (2006). **Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación**. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària Departament de Tecnologia d'Aliments. Lleida, España. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf.txt;sequence=8>.
- Martín, B. O, Rojas, G. M. A. Gemma Oms, O. (2009). **Calidad de frutas cortadas y películas comestibles**. UTPV-CeRTA Departamento de Tecnología de Alimentos Universidad de Lleida, España.
- Singh N., Singh J., Kaur L., Singh N., & Singh B. (2002). **Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources**. Food Chemistry, (81), 219-231.
- SAGARPA**, (2015). Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Agricultura producción anual. Cierre de la producción por cultivo.

http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
Consulta 20 de octubre de 2015. 14:00 hr.

Sánchez, G. P.(2010). **Nutricion de zarzamora, frambuesa y arandano** Nutricion Vegetal, Edafologia II Simposium Nacional de Produccion Forzada en Frutales, Colegio de Posgraduados campus Montecillo, Texcoco, Mexico.

Summers, D. C. S. (2006).**Administración de la calidad**. Pearson Educación, México.

Montti, M. I. T, (2010). **Desarrollo de Nuevas Metodologías para el análisis de Fungicidas Triazólicos en arándanos** Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, departamento de Tecnología de alimentos. Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13444296/tesis-doctoral-montti-riunet-universidad-politecnica-de-valencia>

Torres, G. R. (2005). **Uso de películas poliméricas para el almacenamiento en atmósfera modificada de mora azul**. Tesis de Maestría en Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. México. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/garcia_t_r/indice.html.

Villela D. P., Andrade N.; Batista, Â. G.; Barbosa, C. Damião; V., Gilmar; de B. y Enilson. (2011).**Efecto el empaçado con biofilms sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la fresa**. Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, vol. 12, núm. 2, 2011, pp. 175-184. Asociación Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S.C. Hermosillo, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=81320900008>

Villarreal N.M., Rosli H.G., Martínez G.A., Civello P.M. (2008). **Polygalacturonase activity and expression of related genes during ripening of strawberry cultivars with contrasting fruit firmness**. Postharvest Biology and Technology, 47(2).

Williamson J. & Lyrene P. (1994). **Guía para el cultivo de los arándanos en florida**. Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida Ifas extensión, Miami-Dade County. Recuperado de <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Yommi, A. y Godoy, C. (2012). **Fisiología y tecnologías de poscosecha de arándano.**
Buenos Aires, Argentina

Zapata, L.M.; Malleret A.D., Quinteros; C.F., Lesa, C.E., Vuarant; C.O., Rivadeneira; M.F. y Gerard, J.A.(2010) **Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración.** Ciencia, Docencia y Tecnología, XXI (41). Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14515335008>

Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H. y Carlazara, G. (2013). **Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia de recolección de bayas de arándanos.** Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, 14 (2). Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81329290013>

ANEXOS

Obtención del mucilago



1



2



3



4



5



6

Formulación del recubrimiento



7



8

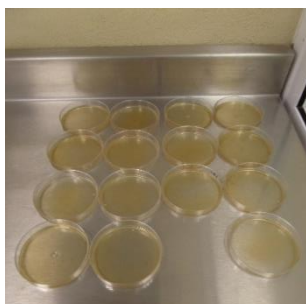


9



10

Formulación de recubrimiento



11



12C

12A



13A

12B

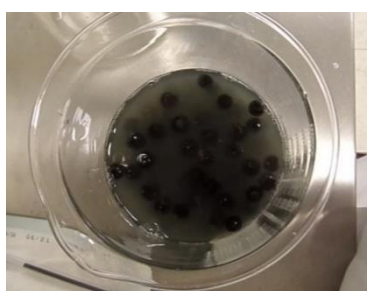


13B

Aplicación de recubrimiento comestible en arándano



14



15



16



17



18



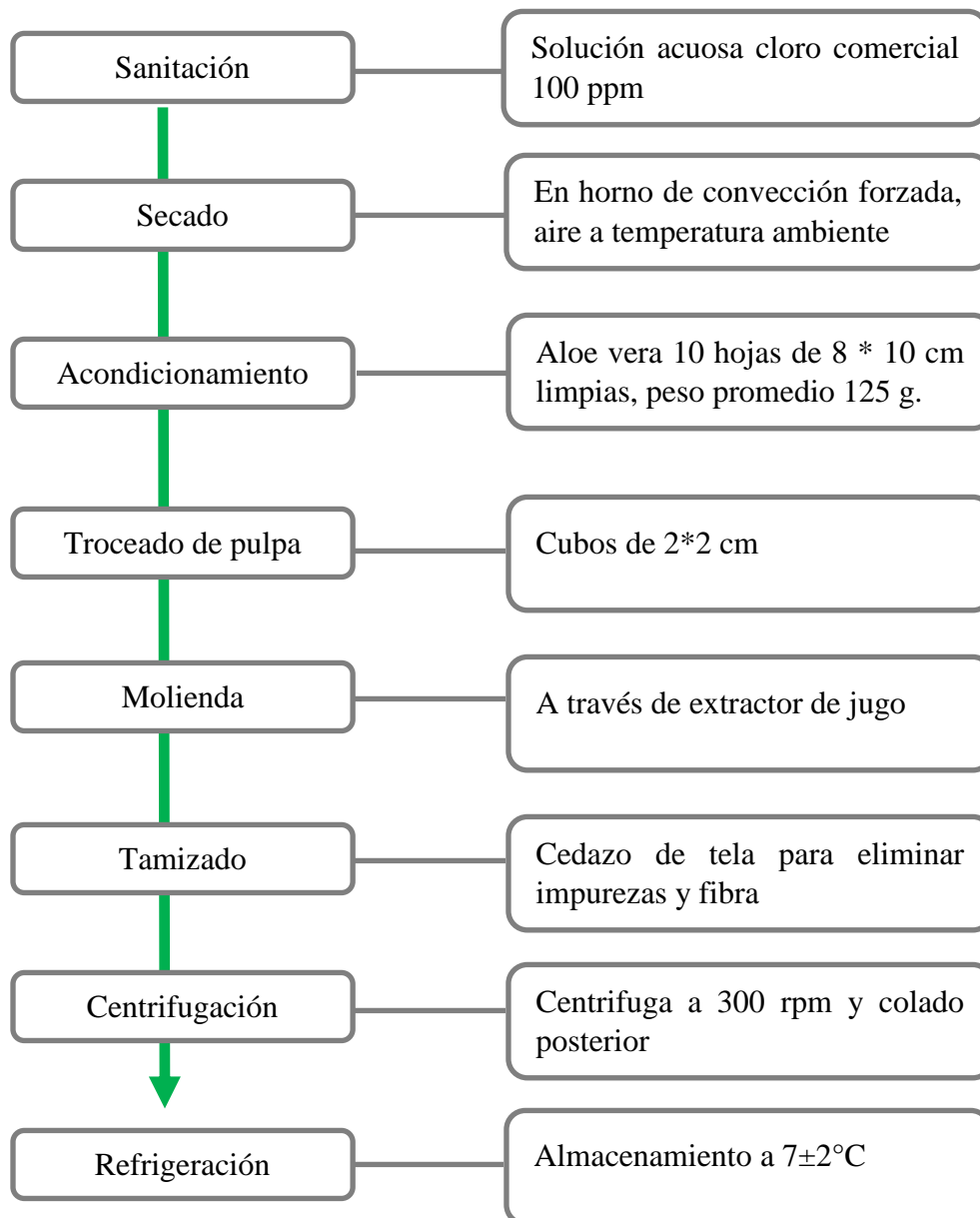
19



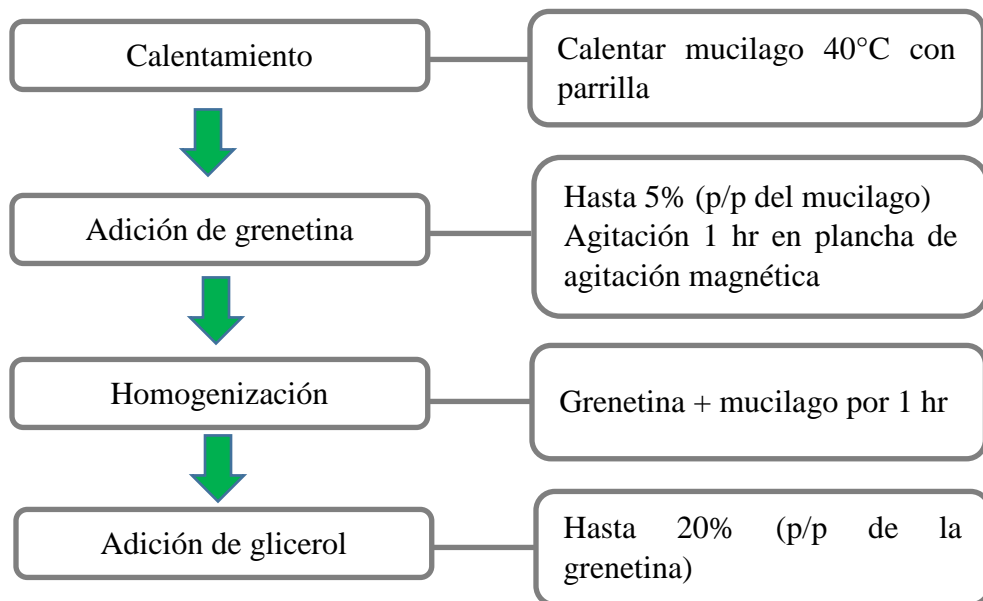
20

1). Sanitación y Secado, 2) Acondicionamiento, 3) Troceado de pulpa, 4) Molienda, 5) Tamizado, 6) Centrifugado, 7) Calentamiento, 8) Adición de gretina, 9) Homogenización, 10) Adición de glicerol, 11) Vaciado en placa, 12 A, B y C) Determinación de rugosidad de películas, 13 A y B) Determinación de grosor de películas, 14) Frutos y recubrimiento antes de la aplicación, 15) Inmersión de frutos en recubrimiento 1 min. 16) Ecurrir de frutos por 2 min., 17) Almacenado de frutos recubiertos, 18) Determinación de pérdida de peso, 19) Medición de pH, y 20) Toma de muestra para la determinación de acidez.

Obtención de mucilago



Obtención de biopelícula de aloe vera



ACADEMIA JOURNALS



DEUS PRO SCIENTIA ET STUDIO

Primer Congreso Internacional de Academia Journals
en Educación Superior Tecnológica Pública
Tlaxcala 2016

Certificado

otorgado a

Merced Morales Morales
María Elizabeth Montiel Huerta
Kathy Laura Vargas Matamoros
Crisanto Tenopala Hernández
Alejandra Torres López

por su artículo intitulado

Análisis del crecimiento de la producción de arándano (*Vaccinium ashei* reade) en México

(Artículo No. Tlax084)

el cual fue presentado en el Congreso desarrollado del 16 al 18 de marzo 2016 en Tlaxcala, México,
y publicado en el portal de Internet *AcademiaJournals.com*,
con número de registro **ISSN 1946-5351, VOL. 8, NO. 2**
y en el libro electrónico online con **ISBN 978-1-939982-21-6** intitulado
Compendio de Investigación Academia Journals Tlaxcala 2016

Dr. Rafael Moras
Editor, Academia Journals
Profesor de Ing. Industrial, St. Mary's University

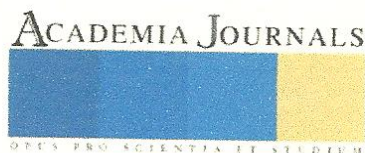


CICS.ACADEMIAJOURNALS.COM

Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals
en Ciencias y Sustentabilidad
Tuxpan 2016



Universidad Veracruzana



Certificado

otorgado a

Ing. Merced Morales Morales
M. A. Ma. Elizabeth Montiel Huerta
M. A. Kathy Laura Vargas Matamoros
M. Crisanto Tenopala Hernández

por su artículo intitulado

Alternativas para prolongar la vida de anaquel del arándano

No. artículo Tux216

El artículo fue presentado en el congreso llevado a cabo los días 28 al 30 de septiembre del año 2016 en Tuxpan, Veracruz, México y se publicó en el portal de Internet AcademiaJournals.com con ISSN 2169-6160 Online, memorias en CDROM con ISSN 2169-6152, y libro electrónico online "Investigación Pertinencia" con ISBN 978-1-939982-23-0, con código de barras

 **CICS 2016**



Dr. Edalid Álvarez Velázquez
Presidente de la Comisión Organizadora
Directora de la Facultad de Contaduría
Universidad Veracruzana Región Poza Rica-Tuxpan

Dr. Rafael Moras
Editor, Academia Journals
Profesor de Ing. Industrial
St. Mary's University, San Antonio, TX, EEUU

Análisis del crecimiento de la producción de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en México

Merced Morales Morales¹, Ma. Elizabeth Montiel Huerta²,
Matamoros³, Crisanto
Alejandra Torres López
Kathy Laura Vargas⁵
Tenopala Hernández⁴ y

Resumen El arándano en la economía nacional ha significado una contribución importante en el desarrollo del medio rural que, en la mayoría de los casos, se realizó sin perspectivas de largo plazo. La falta de visión ha generado una comercialización dependiente hacia el mercado norteamericano.

Esta investigación tiene el propósito de analizar el comportamiento del crecimiento de la superficie de plantación y el volumen de producción que ha tenido México en los últimos diez años. Para tal efecto, se hizo una consulta en diversas bases de datos proporcionados por organismos gubernamentales a nivel internacional y nacional.

Los datos históricos muestran que el crecimiento promedio anual en el cultivo de arándano, fue de 180% durante el periodo 2010-2014.

Palabras clave—Arándano, producción, superficie de plantación, valor comercial.

Introducción

Los arándanos azul y rojo son especies conocidas en casi todo el mundo y asociados con Norteamérica: Pertenecen al género *Vaccinium*, el cual incluye alrededor de 450 especies que están distribuidas en el mundo desde las regiones más frías cerca del Círculo Ártico hasta regiones templadas, del trópico y neo trópico. Especies silvestres de *Vaccinium* figuran en el folclor de países como China y del Hemisferio Norte; los usos alimenticios y medicinales han sido valorados por mucho tiempo por tribus nativas (Trehane, 2004). Los arándanos azules son originarios de la parte Este de Norte América, su cultivo como un producto hortícola empezó en Estados Unidos, país que se mantiene como el principal productor y consumidor. Antes que los colonizadores llegaran al Nuevo Mundo, los nativos de Norteamérica utilizaban estos frutos silvestres en su dieta y actualmente, la cosecha de éstos se mantiene como una importante industria en el Noreste de Estados Unidos y Este de Canadá. Los arándanos del tipo “ojo de conejo” (*Vaccinium ashei* Reade) fueron los primeros en cultivarse a finales de siglo XIX en el Sur de Estados Unidos (Gómez, 2010).

El arándano azul es considerado uno de los productos alimenticios más saludables en la actualidad debido al valor nutritivo y actividad antioxidante de la fruta (Ehlenfeldt & Prior, 2001)

Descripción del método

El enfoque metodológico de esta investigación se sustenta en el enfoque exploratorio y cuantitativo y por la naturaleza de sus alcances que se esperan lograr, se define como un estudio exploratorio, porque “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen

muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas” (Sampieri, et al, 2010).

Para lograr el objetivo de este trabajo se realizó una recopilación de información en bases de datos de organismos nacionales e internacionales del sector agropecuario.

Resultados

¹ Merced Morales Morales. Alumna de posgrado en Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco en Tlaxcala, México. merced.morales.morales@gmail.com

²Ma. Elizabeth Montiel Huerta, es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

³Kathy Laura Vargas Matamoros, es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

⁴Crisanto Tenopala Hernández es profesor de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

⁵Alejandra Torres López⁴es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

La industria mexicana del arándano es relativamente nueva y se está convirtiendo en un actor importante de la producción mundial. Está experimentando un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece para la producción de este cultivo. Algunas de las principales ventajas son: Costo de mano de obra relativamente bajo comparado con otros países productores, cercanía con los mercados de exportación, principalmente Estados Unidos, condiciones de suelo y clima óptimo para cultivo.

La producción mundial de arándano en el año 2013 alcanzó 420,379 mil toneladas (Ton) distribuidas en 24 países del hemisferio norte. Internacionalmente Estados Unidos es el país con mayor producción, mayor consumo y el principal importador. México se encuentra en quinto lugar, con una superficie de 1,290 hectáreas (ha) y 10 160 Ton. La figura 1, muestra el volumen obtenido de arándano de las 10 principales potencias. (FAOSTAT, 2015).

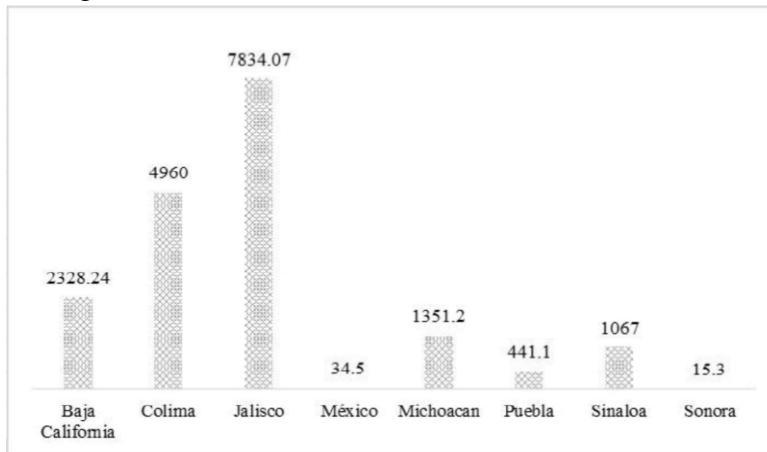
Figura 1. Producción mundial de arándano en 2013 (toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

En México en el año 2014 el fruto tuvo importancia económica en ocho estados, obteniendo una producción total de 18,031.41 Ton, con la distribución como se muestra en la Figura 2, donde Jalisco mostró una superioridad sobre el resto de los estados involucrando con el 43.4% de volumen obtenido a nivel nacional.

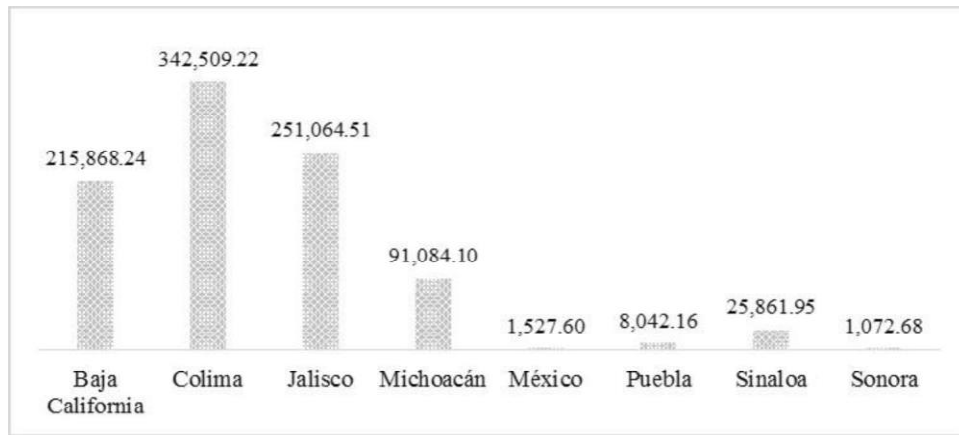
Figura 2. Producción nacional de arándano 2014 (toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015)

El valor comercial total a nivel nacional del cultivo durante el mismo año fue de \$937,030.46 millones de pesos, este se distribuyó como se muestra en la Figura 3, obteniendo Colima el mayor ingreso por esta actividad agrícola, cuya alza sobre el resto de los estados productores se debe a otros factores como las certificaciones orgánicas y la venta en el mercado norteamericano en las épocas donde el producto alcanza sus mayores alzas sobre el precio de venta.

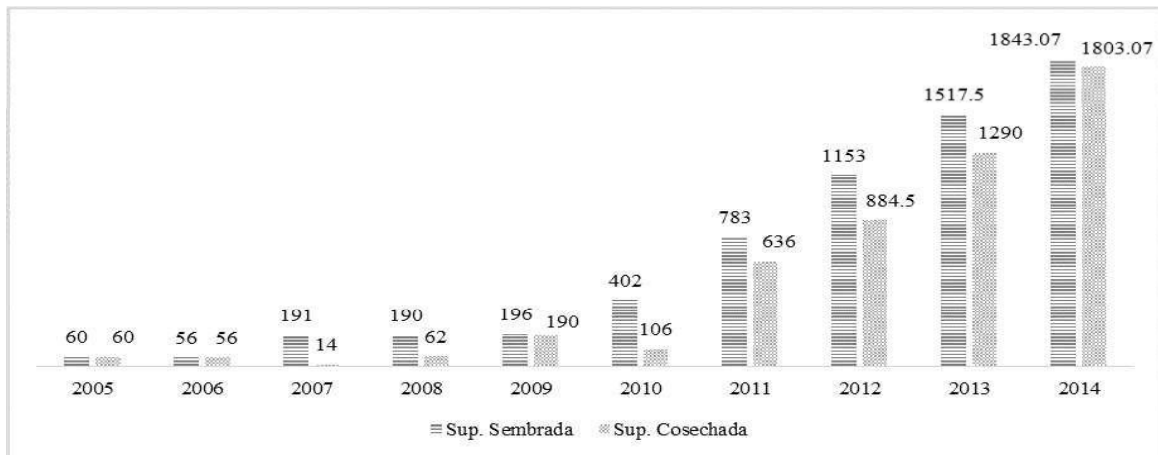
Figura 3. Valor comercial de la producción de arándano en 2014 (Miles de Pesos)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El arándano en México es una industria en pleno crecimiento y desarrollo. La superficie cultivada no es significativa comparado con la de los principales países productores. Se cuantificaron en el año 2014 una superficie total plantada de 1,843.07 ha, concentrada en un 67.3% en los estado de Jalisco y Colima. En la Figura 4 se observan los datos históricos del crecimiento de la superficie plantada de arándano en México durante los últimos diez años. La producción de este cultivo mostró un incremento promedio anual de 180% durante el periodo 2010-2014, teniendo un máximo crecimiento en 2011, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 10.54. Ton/ha (SAGARPA, 2015).

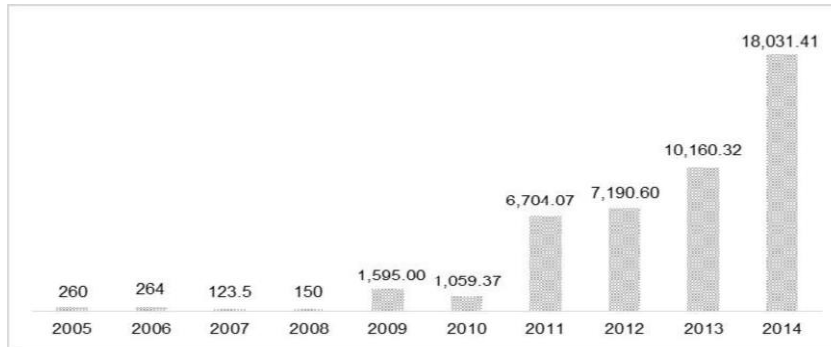
Figura 4. Superficie de plantación de arándano en México de 2005-2014 (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El incremento de la producción de arándano a nivel nacional mostró una tendencia positiva como se muestra en la Figura 5, donde se analiza una alza drástica a partir del 2011, manteniendo hasta la fecha el mismo ritmo, estos incrementos se realizaron en los estados de Jalisco y Michoacán principalmente.

Figura 5. Producción de arándano en México de 2005 2014 (toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

A nivel nacional, el arándano que se destina al mercado de exportación como producto fresco para consumo final, representa el 80% de la producción; mientras que el 20% restante se descarta debido a que no cumple con los requisitos para exportación; de este porcentaje el 15% se industrializa para la elaboración de jugos, mermeladas, postres, etc. y el 5 % restante se va al consumo local.

Durante la última década las tasas de exportación del arándano mostraron variaciones significativas como se observa en la Tabla , a partir del año 2010 se han enviado al mercado norteamericano volúmenes considerables de este fruto, donde afortunadamente ha cobrado mayor precio debido a la demanda de productos con mayor calidad.

Tabla 1. Exportaciones anuales de arándano en México (toneladas)

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Volumen (kg)	80,077,255	5,435,515	4,182,050	2,304,217	1,133,276	424,476	200,986	49,924	34,976	116,884
Valor (\$Dólares)	83,203,587	41,950,732	34,043,121	17,661,889	7,577,928	2,035,503	1,287,857	438,479	58,032	290,612
Precio de Venta (\$Dólares/kg)	1.04	7.72	8.14	7.67	6.69	4.80	6.41	8.78	1.66	2.49

Fuente: Elaboración propia con datos de S.E. (2015).

Las importaciones que México realizó de arándano son de los países del sur del continente americano principalmente Chile, debido a su creciente relevancia en el mercado de los productos hortofrutícolas, cabe mencionar que estos frutos son destinados a la industria y consumo en fresco. El incremento de las entradas de este fruto en el mercado nacional ha sido significativo y ha mantenido un precio constante, esto se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Importaciones anuales de arándano en México

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Volumen (kg)	177,508	56,310	82,138	94,850	62,289	80,996	39,344	34,851	33,440	27,577
Valor (\$Dólares)	895,609	378,854	498,867	510,967	277,000	458,432	370,464	342,854	295,830	238,933
Precio de Compra (\$Dólares/kg)	5.05	6.73	6.07	5.39	4.45	5.66	9.42	9.84	8.85	8.66

Fuente: Elaboración propia con datos de S.E. (2015).

Las empresas exportadoras son de capital chileno y estadounidense. Comercializadoras transnacionales que acopian frutillas (zarzamora, frambuesa, fresa y arándano) fueron atraídas por la disponibilidad de frutas, cercanía con Estados Unidos, condiciones generadas por los Tratados Comerciales y aún más con la posibilidad de cerrar el ciclo de producción y de mantener una oferta en el mercado durante todo el año (Bascopé, 2012).

Lo anterior indica que las alternativas que tienen los productores para crecer y competir en el mercado mundial deben estar centradas en la innovación, que es la generación, transferencia y adopción comercial de las tecnologías y de la noción para generar riqueza. Estas innovaciones deben involucrarse a los avances en todos los aspectos de la cadena productiva del arándano, desde la plantación, fertilización, poda, control de enfermedades, plagas y malezas, cosecha, procesamiento, transporte y comercialización.

Conclusiones

En México la producción de arándano se contempla como una alternativa relevante en la industria hortofrutícola, esto debido a las ventajas comparativas y competitivas que tiene el país para figurar como una potencia sobresaliente.

La inversión de los gobiernos locales de los diferentes estados productores, en conjunto con empresas privadas, podrían contribuir al impacto en la producción nacional.

Los datos económicos en la plantación de arándano en México son muy rentables comparadas con las de Estados Unidos y hacen que este cultivo tenga mayor rentabilidad en la industria hortofrutícola, no sólo en México sino en los otros países productores.

Las tendencias de los últimos años en el incremento del valor comercial del arándano generan una oportunidad para mejorar los ingresos de los productores, en las zonas donde existe este cultivo y presentan niveles altos de marginación.

Referencias

Bascopé J. A., (2012). Realidad productiva del arándano en EE.UU. y México. Agrimundo. (ODEPA). Oficina de Estudios y políticas agrarias. (FIA). Fundación para la Innovación Agraria. Ministro de Agricultura. Santiago de Chile.

Ehlenfeldt, M.K. & Prior, R.L. (2001). Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2222-2227. Recuperado de: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0013656>

FAOSTAT. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de estadística. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>

Gómez, M. M.G., (2010) La poda en la productividad de arándano (*Vaccinium* spp.) en Michoacán. (Tesis de maestría) Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. Recuperado de: <http://www.chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2010120708126425.pdf>

SAGARPA, (2015). Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Agricultura producción anual. Cierre de la producción por cultivo. http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P. (2010) Metodología de la investigación (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

S.E. (2015). Secretaria de Economía. SIAVI. Sistema de Información Arancelaria Via Internet. <http://www.economia-snci.gob.mx/>

Trehane, J. (2004). Blueberries, Cranberries and other *Vaccinium*s. Timber Press, Portland y Cambridge. 256p.

