



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



TEC
de Teziutlán

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis



“Evaluación de parámetros fisicoquímicos del fruto de
arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en la Sierra
Nororiental de Puebla”

PRESENTA:

KAREM MONSERRAT MENDEZ ABAD

CON NÚMERO DE CONTROL

19TE0453

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

IIAL-2010-219

DIRECTOR (A) DE TESIS:

M.C. ELIZABETH LIBREROS SIMÓN

“ La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

TEZIUTLÁN, PUEBLA, FEBRERO 2024



PRELIMINARES

Agradecimientos

A mi padre, a mi madre, que siempre me apoyaron de manera emocional a lo largo de la carrera, además de que me brindaron la oportunidad para lograr ser una profesional, confiaron en mí y ser un motivo para superarme, a mis hermanos por comprenderme y por los consejos mostrándome que soy capaz de lograr mis metas.

A mi asesora de tesis a la ingeniera Elizabeth Libreros Simón por brindarme sus conocimientos a lo largo de desarrollo del proyecto, así como su apoyo, tiempo, dedicación y sobre todo la paciencia que me tuvo.

Al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por haber permitido el uso del laboratorio de Análisis para el desarrollo de algunas actividades del proyecto por el apoyo para la utilización de los equipos y materiales.

A mis compañeros, amigos por el apoyo que nos brindamos mutuamente en el transcurso de la carrera, con los que forje una amistad, aprendimos y crecimos juntos.

Resumen

El arándano es uno de los frutos que se ha convertido en uno de los más reconocidos con respecto a su contenido de antioxidantes, cuyos favorecen la salud del humano. Donde a partir de frutos de arándano se analizó de los parámetros fisicoquímicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en la Sierra Nororiental de Puebla, con el fin de brindar más información acerca de las propiedades del fruto, para los agricultores de la zona. La investigación se ha realizado en distintos puntos de recolección, en las localidades correspondientes a los municipios de Teziutlán, Hueyapan, Atempan y en la localidad de Ahuatepec donde contaban con unas plantaciones entre 7 a 12 años, posteriormente se realizó un muestreo tipo bloque, se recolectó el fruto de Norte, Centro, Sur, en cada arbusto de las parcelas una vez obtenido se trasladó el fruto para su análisis en laboratorio donde se midieron las variables: diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso unitario, pH, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez y absorbancia de antocianinas, realizando por triplicado para cada una de las muestras, considerando a cada localidad como tratamiento. Estadísticamente la localidad de Dos Ríos de las variables evaluadas y comparadas con los resultados obtenidos la localidad de Ahuatepec, nos indicó que sus resultados llegan a tener un efecto positivo con respecto a su calidad del fruto con respecto a obtención de resultados más favorables, sin embargo, no quiere decir que los demás tratamientos son de mala calidad, simplemente es que en algunos resultados son considerados como defectos menores del fruto.

Palabras clave: Frutilla, arándano, parámetros.

Introducción

El arándano o blueberry, se originó en Norteamérica es un arbusto frutal perteneciente al género *Vaccinium*, se caracteriza por un sabor agridulce y un contenido de jugo en su pulpa, con una forma esférica de 0.6 a 1.6 cm de diámetro y con color azulado. El arándano se posiciona en una alta demanda en el mundo por sus altos aportes para la salud. La especie "Rabbit eye" o también conocido como ojo de conejo originario del Sureste de los Estados Unidos esta especie requiere unas horas frío de 400 – 600 (Rubio et al., 2010).

Es originario de Norteamérica principalmente su cultivo comenzó en Estados Unidos es el principal productor y consumidor, actualmente se amplió su producción en México, el primer lugar donde llegó la planta fue en Zacatlán Estado de Puebla, con más de 100 hectáreas de superficie sembrada, Puebla se posicionó como principal productor a nivel nacional en la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), menciona que actualmente existen 134 productores de arándano azul en el municipio de Zacatlán (Campaña, 2020).

Se consideran los arándanos como una fruta climatérica por que reciben un aumento de actividad respiratoria además el fruto de arándano es muy perecedero (Martínez et al, 2017).

La investigación aportara información a los agricultores, comerciantes y consumidores de la Sierra Nororiental de Puebla para la mejora de calidad del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) y por ende conocer las características fisicoquímicas, ayudará a la comercialización justa de su producto, se va evaluar parámetros para su comparación entre las localidades productoras, lo que ayudará a identificar un diagnóstico de las características del fruto y lo que aporta en cuanto a rendimiento y nutrición para su consumo en fresco y/o transformado.

Índice

PRELIMINARES.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I.....	8
GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	9
1.1.1 Antecedentes.....	9
1.1.2 Misión	10
1.1.3 Visión.....	10
1.1.4 Datos de contacto.....	10
1.1.5 Datos generales del cultivo.....	11
1.2 ANTECEDENTES.....	11
1.3 MACRO LOCALIZACIÓN Y MICRO LOCALIZACIÓN.....	15
1.4 PROBLEMÁTICA	16
1.5 OBJETIVOS	17
1.5.1 Objetivo general	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
1.6 JUSTIFICACIÓN	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	20
2.2 TAXONOMÍA	21
ORIGEN.....	21
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	22
2.4 LAS VARIEDADES DEL ARÁNDANO "OJO DE CONEJO"	24
2.5 CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	25
2.6 CALIDAD DEL FRUTO.....	26
2.7 POSTCOSECHA	27
2.8 PROBLEMÁTICAS DE POSTCOSECHA.....	29
2.8.1 Enfermedades.....	29
2.8.2 Plagas	32
2.9 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	33
2.9.1 Estrategias de enfriamiento	33
2.10 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ARÁNDANO	34
2.11 BENEFICIOS DEL CONSUMO DE ARÁNDANO	38
2.12 APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	41
2.13 FRUTAS CLIMATÉRICAS Y NO CLIMATÉRICAS	41
CAPITULO III.....	43
DESARROLLO Y METODOLOGÍA	43
3.1 DIAGRAMA DE FLUJO	44
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE COLECTA.....	45

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	48
3.3 VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL FRUTO DE ARÁNDANO.....	48
3.4 HIPÓTESIS.....	51
3.5 EQUIPOS Y MATERIALES EMPLEADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN	52
3.6 PROCEDIMIENTO DE LAS METODOLOGÍAS	52
3.6.1 Peso unitario del fruto de arándano (<i>Vaccinium ashei</i> Reade).....	52
3.6.2 Medición del diámetro polar y diámetro ecuatorial.....	53
3.6.3 Medición de pH y °Brix.....	54
3.6.5 Medición de acidez titulable del fruto de arándano	55
3.6.6 Antocianinas.....	56
CAPITULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
CAPITULO V	64
CONCLUSIONES.....	64
5.1 CONCLUSIÓN.....	65
5.2 APORTACIONES ORIGINALES	65
5.3 LIMITACIONES DEL MODELO PLANTEADO	65
5.4 RECOMENDACIONES	66
CAPITULO VI	67
COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	67
6.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	68
CAPITULO VII.....	69
FUENTES DE INFORMACIÓN	69
7.1 FUENTES DE INFORMACIÓN	70
CAPITULO VIII	80
ANEXOS	80
8.1 ANEXOS DE FOTOGRAFÍAS DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	81
8.2 Preparación de solución buffer.....	87
8.3 ÍNDICE DE FIGURAS.....	88
8.4 ÍNDICE DE TABLAS	89

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Datos generales de la empresa

1.1.2 Antecedentes

En 1993, el Gobernador del Estado, Manuel Bartlett Díaz, escuchando la petición popular y la intervención de funcionarios públicos y empresarios interesados, gestionó ante la Secretaría de Educación Pública, dirigida por Ernesto Zedillo Ponce de León, la creación de una Institución de Educación Superior Tecnológica, acción que se vería concretada el 8 de noviembre de 1994 con la publicación del Decreto del Congreso del Estado que expide la ley que crea "Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán", como Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio (Webmaster, 2019).

A inicios del mes de septiembre de 1993, se comenzó con actividades en el instituto donde se ofertaron las carreras de Ingeniería Industrial y posteriormente Licenciatura en Administración, logrando así ser el primer Tecnológico Descentralizado del Estado de Puebla, de igual manera a su similar de la Sierra Norte, siendo José Emilio Ortega Balbuena asignado como el primer director general de dicha institución. Ante los principios de la Ley de Educación del Estado de Puebla y de las demandas de la sociedad, el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se consolida como una Institución en el su principal objetivo es lograr una educación de calidad, moderna y eficaz, orientada al servicio lograr acercándola a las necesidades e interese de la población por lo tanto que promueva el uso transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros de que dispongan, que cumpla puntualmente con sus programas de trabajo (Webmaster, 2019).

1.1.3 Misión

El instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tiene como Misión, formar profesionales que se constituyan en agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad (Webmaster, 2019).

1.1.4 Visión

Llegar a ser la Institución de Educación Superior Tecnológica más reconocida en el Estado de Puebla, que ofrezca un proceso de Enseñanza – Aprendizaje certificado, comprometido con la excelencia académica y la formación integral del Alumno, contribuyendo al desarrollo sustentable, económico, político y social de nuestro Estado (Webmaster, 2019).

1.1.5 Datos de contacto

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es ubicado en el domicilio Fracción I y II S/N en Aire Libre Teziutlán, Puebla. Teléfono 231-311-4000. Dicha institución oferta 6 ingenierías en modalidad de escolarizado y sabatino, tales carreras son ingeniería en Industrias alimentarias, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Informática e Ingeniería en Gestión empresarial, y posgrado en maestría en sistemas computacionales, las cuales son encargadas de la investigación en las distintas áreas correspondientes, en este caso en Ingeniería en Industrias Alimentarias dio lugar a la realización de este proyecto dentro del laboratorio de microbiología que se encuentra en el plantel educativo, permitiendo dar paso al seguimiento de la investigación aplicándolo en campo a partir de los resultados obtenidos (Webmaster, 2019).

1.1.6 Datos generales del cultivo

El arándano azul (*Vaccinium ashei* Reade) también conocido como ojo de conejo es un fruto contiene propiedades que benefician la salud humana es importante en la fuente de aporte de antioxidantes (antocianinas), como también polifenoles compuestos proantocianidinas además, de que cuenta con antibacterianas para el aparato digestivo, así como lo es vitamina C, fibra, vitamina K, Manganeseo como complejo B (B1, B2, B3, B5, B6), cobre, zinc, selenio, sodio, calcio, potasio, magnesio, fósforo, hierro por los aportes que contiene llega a disminuir el riesgo de presión arterial, ataque cardiacos, cáncer, Alzheimer y diabetes (Intagri, 2017).

El fruto de arándano en los últimos 10 años su producción a tenido un crecimiento exponencial, se registra una tasa media anual de crecimiento de 25.1%. se destinó en el 2020, 4 mil 700 hectáreas con una producción de 50 mii toneladas con un porcentaje de 2.6% más que el año anterior (Panorama Agroalimentario, 2021).

1.2 Antecedentes

Tabla 1. Descripción de los antecedentes.

Autor y año	Nombre de investigación	Objetivo	Descripción de la investigación
Carbajo et al, (2010)	"Evaluación de parámetros calidad variedades arándanos (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) cosechadas en diferentes	de Evaluar los parámetros de calidad de cultivares arándanos diferentes cosecha.	los Determinación de 3 muestras, cada muestra constituida por 15 frutos de los parámetros evaluados en fueron los siguientes peso unitario, firmeza, diámetro ecuatorial, pH, SS, acidez titulable, como conclusión se menciona

	momentos en dos zonas productoras de Tucumán".		que dos de las variables pertenecientes a dos zonas evaluadas obtuvieron buena firmeza, buen sabor por lo que se indica en la investigación que tienen un buen comportamiento sin embargo recomiendan que una cosecha que se realiza temprana es factible para mantener sus atributos de calidad y la vida de postcosecha de la fruta.
Romero et al, (2022)	"Análisis de los parámetros de calidad de arándanos procedentes de diferentes puntos de venta"	Evaluar las propiedades físicas y químicas que determinan la calidad de arándanos (Vaccinium corymbosum L.).	Recolección de diferentes muestras en distintos puntos las variables que se analizaron acidez titulable, sólidos solubles totales. pH contenido total de fenoles y antocianos la actividad antioxidante determinada por los métodos ABTS y FRAP.
González. J, Berdeja. A (2022)	"Fertilización foliar orgánica en arándano"	Mejorar el rendimiento y la calidad de los	Realizaron diferentes cosechas del fruto de arándano, por cada

	variedad ojo de conejo en Hueyapan, puebla"	de frutos mediante fertilización foliar.	cosecha tomaron en cuenta algunos parámetros fisicoquímicos entre ellos peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles y así compararon los resultados de cada una de las cosechas.
Burgos Aguilar, M. P., & Ibañez Ahuanari, E. A. (2016).	"Optimización para la extracción de antocianinas en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (arándanos), noviembre 2015"	Determinar la optimización para la extracción de antocianinas en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (arándanos), procedentes de la ciudad de Viru, Provincia de Viru, La Libertad.	Condiciones óptimas para la extracción de antocianinas del fruto de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. fue etanol al 40%, pH 2, temperatura de 75 °C y un tiempo de 60 minutos dando una concentración máxima de 2,377 mg de antocianinas/L de solvente.
Chilean Blueberry Committee, (2022).	Norma de calidad arandano fresco de exportacion v.09	Establecer los requisitos mínimos de calidad para fruta terminada, de todos los arándanos de exportación en fresco que son embalados por las	Indica algunas especificaciones de calidad para la exportación por el comité de arándano de Chile.

		empresas exportadoras adheridas al Comité de Arándanos de Chile.		
Beaudry, (1992)	Blueberry quality characteristics and how they can be optimized	Optimizar características del arándano	las del	La tendencia al deterioro capta la atención de los operadores de almacenamiento y fisiólogos poscosecha mientras intentan garantizar la entrega de fruta fresca y de calidad al consumidor.

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Macro localización y micro localización

El proyecto de investigación se desarrolló en la Sierra Nororiental de Puebla (**Figura 1**), el cual corresponde a las localidades de San Ambrosio, Dos Ríos, Atoluca y Ahuatepec correspondientes a los municipios de Atempan, Hueyapan y Teziutlán respectivamente.

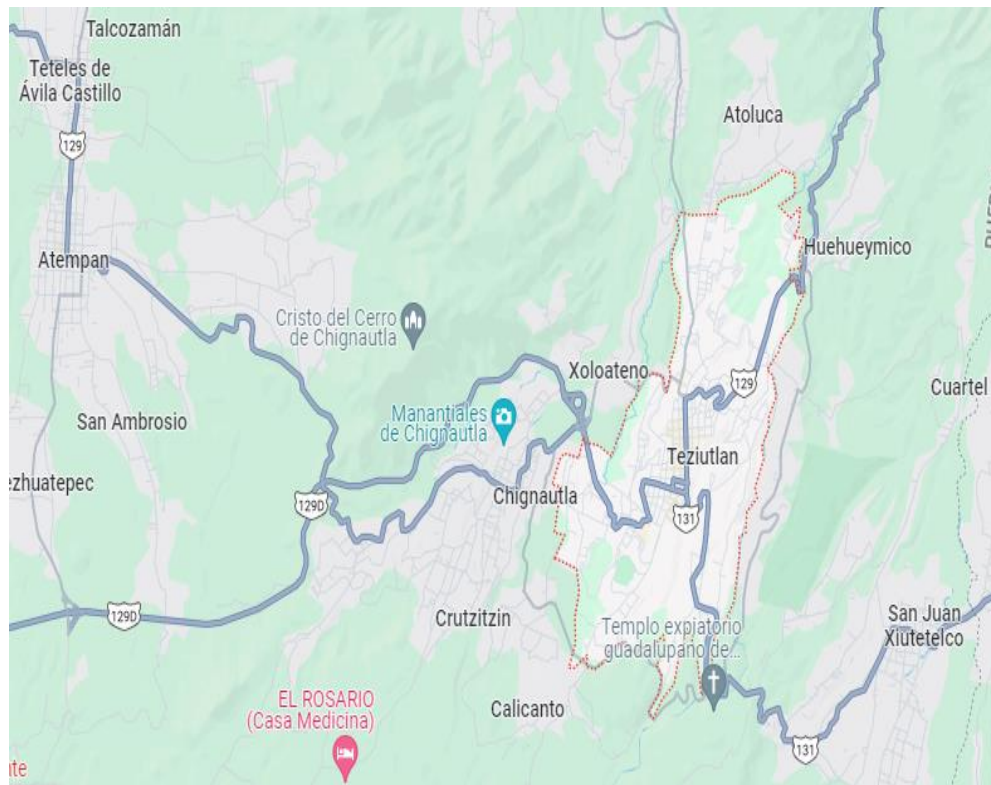


Figura 1. Localidades pertenecientes en la Sierra Nororiental de Puebla

Fuente: Google Maps, 2023

1.4 Problemática

En la Sierra Nororiental de Puebla destaca la producción del fruto de arándano, variedad ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade) en las localidades de San Ambrosio, Dos Ríos, Atoluca, Ahuatepec, sin embargo, su cosecha consiste en una temporada de tres meses al año, lo cual representa un reto para su disponibilidad para el resto de meses, para su postcosecha se utilizan tecnologías de conservación y/o transformación como una alternativa del consumo de este producto, es importante tener un buen manejo de temperatura en los arándanos, ya que son frutos muy susceptibles para la pérdida de agua, la cual, llega afectar negativamente la apariencia, los agricultores de las localidades mencionan que no les brinda capacitaciones para tener un buen manejo para el arándano como en plagas y enfermedades, su principal que emplean para mantener el arándano en buenas condiciones es someterlos a congelamiento para venderlos durante el año, otros agricultores se dedican a la transformación del arándano en productos, por lo que en estas localidades no aplican pruebas de calidad para saber el rango de calidad que manejan, tanto en el fruto como el de los productos que realizan.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar los parámetros fisicoquímicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) de la Sierra Nororiental de Puebla.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros físicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) de la Sierra Nororiental de Puebla.
- Comparar los parámetros químicos del fruto de arándano en cuatro localidades de la región noroeste de Puebla.

1.6 Justificación

La investigación tiene impacto positivo con los productores de arándano en la Sierra Nororiental de Puebla, a través de un diagnóstico estadístico de sus características químicas y físicas de los diferentes puntos de recolección, la mayoría de productores de arándano, no suelen ser capacitados sobre la calidad de su producto por lo que aceptan un precio de compra estandarizado en la región, es así que suelen desconocer las propiedades químicas del fruto ofertado, este trabajo de investigación informará estadísticamente la comparación de resultados de los parámetros de los distintos puntos de recolección para que los productores conozcan las características del producto y mejoren la calidad del fruto en caso de ser necesario, debido a que dicho cultivo se ha vuelto popular en la última década, esta zona de bosque mesófilo de montaña cuenta con las condiciones óptimas para su producción, sin embargo las localidades muestreadas se localizan en distintos microclimas lo que afecta a las propiedades del producto final.

Finalmente, dicha información proporcionada a productores será la base, para la mejora continua de su producto y los consumidores tendrán conocimiento de lo que aporta dicho fruto, buscando mayor calidad para consumo en fresco y/o transformado. Al alcanzar los estándares de calidad del fruto que requieren los consumidores, acopiadores e industria, los agricultores tendrán la opción de colocar su producto en el área que más le remunere, incluso pensar en la exportación si se cubren las condiciones de calidad y volumen, ya que actualmente el estado de Puebla se encuentra dentro de los primeros cinco estados productores del fruto, lo cual compromete a productores, instituciones y gobierno a sumar esfuerzos para enriquecer dicha cadena.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes históricos

El arándano es considerado como una especie vegetal que con el paso del tiempo lo han domesticado, el primer genetista americano que participó en la domesticación del arándano fue Frederick Coville dio inició en 1906 proyectos para la mejora genética con diferentes especies de arándanos, posteriormente dan continuidad y una amplitud a los proyectos White y Darrow. Las investigaciones que se realizaron con el paso de los años en diferentes universidades que han dado como un mayor logro en los programas de mejora continua son los cultivares con diferente necesidad de horas – frío (Flores,2019).

El origen del arándano es Norte América desde 1900 existen registros de cultivo con su correspondiente clasificación botánica además de programas de propagación y selección (Figuerola et al, 2010). La especie *Vaccinium Ashei Reade* en 1893 fue una de las primeras plantaciones en Florida con muy poco éxito, ya que las características del fruto no fueron muy satisfactorias, en 1940 se realizó estudios en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos para mejorar la calidad de fruto. En las regiones subtropicales de México la producción del arándano azul su cosecha comienza de octubre a mayo, en estas fechas existe una escasez en Norte América del fruto fresco, es decir que estas fechas México se encarga de exportar el fruto (Zapata et al, 2013).

Algunas de las variedades que tienen mayor importancia, son aquellas que no necesitan bajas temperaturas de frío una de estas es la especie *Vaccinium Ashei Reade* por lo que se considera que tolera el frío, sequías y un pH ácido. El fruto de arándano tiene importancia comercial por su contenido de antioxidantes y polifenoles es por eso, que tiene una gran solicitud en los países más desarrollados principalmente en Estados Unidos, Canadá, Francia entre otros (Sinelli et al, 2008). En México el mayor productor del fruto de arándano, se encuentra Jalisco siendo con el mayor porcentaje de producción, en 2021 genero 31.5% del valor de

producción nacional que fueron 23 mil 169 toneladas, su ingreso fue de 869 millones de pesos. Actualmente, en el 2021 México se encuentra en el sexto lugar del ranking mundial como productor mundial con 50 293 toneladas

A nivel nacional el Estado de Puebla ocupa el lugar del ranking °6 en producción nacional ubicado en la región centro con 1623 toneladas y con una variación del 2019 al año 2020 de 64.6% (Ornelas et al, 2022). Se considera como principal productor de arándano al municipio de Zacatlán, se calcula que tiene 600 hectáreas de arándano y se considera que su cosecha anual es desde 3 mil toneladas, Zacatlán fue uno de los primeros en la plantación de arándano de la especie *V. Ashei* Reade en los años 70' s (Martínez, 1996).

2.2 Taxonomía

Origen

El arándano *V. ashei* Reade también se le conoce ojo de conejo o Rabbiteye, su origen nace en Georgia de Sur (EE. UU) y Canadá por lo general es una especie muy productiva y fácil de cultivar. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX donde da inicio a programas de selección de arbustos y algunas técnicas de propagación en Norte América. Una de las especies que tienen mayor porcentaje alto en interés comercial es la variedad *vaccinium corymbosum* L. y la variedad *V. Ashei* Reade (Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas, 2019).

Tabla 2. Taxonomía del arándano

Nombre científico:	<i>Vaccinium ashei</i> Reade
Familia:	<i>Ericaceae</i>
Género:	<i>Vaccinium</i>
Especie:	<i>V. ashei</i>
Nombre común:	Arándano, Blueberry o mirtilo
Reino	Plantae

Fuente: Retamales, J., & Hancock, J. (2012).

2.3 Descripción botánica

Raíz

Su sistema radical es de forma superficial por el que se va situando el 80 % en los primeros 40 cm del sistema radical, cuenta con raíces finas y que son fibrosas, su mayor característica es por su poca ausencia de pelos absorbentes. En las raíces y la parte aérea se va encontrar la corona con la posibilidad de emitir brotes (García, 2010). Tiene dos tipos de raíces las de almacenamiento y las finas, la de almacenamiento unas de sus principales características es que son gruesas, la raíz fina se encarga de la absorción.

Tallos

Estos se van originando de yemas que son localizadas sobre una corona, en un área de transición donde lleva a cabo en los sistemas vasculares que son morfológicamente diferentes de la raíz y de la caña. Llega a tener una altura de hasta 3 a 4 m de altura, además que es una planta perenne (García, 2010).

Hojas

Llegan a tener una longitud de 75 mm con pelos finos en la parte de envés, su grosor es de 2.2 mm con algunas capas estructurales en la epidermis, su haz puede

llegar a variar en ser opaco o brillante o diferenciarse en rugoso y suave de acuerdo al momento de cultivar. (García, 2010). Tienen una forma ovalada o también puede ser lanceolada en la temporada de otoño su color llega a ser un color rojizo (Pino, 2007).

Yemas florales

Se ubican en la porción apical en lo que son las ramillas, el tamaño es mayor que las yemas vegetativas, hay una diferencia de ambas yemas, en la que sucede entre mediados de verano a finales de otoño esto va a depender de los cultivares (Bañados, 2007).

Yemas vegetativas

Tienen un tamaño de longitud de casi 4 mm con un ápice con un diámetro de 40 a 80 μm , se encuentran ubicadas en el sector medio y basar de un brote, a partir de estos se van generando brotes normales para la siguiente temporada (Bañados, 2007).

Flores

Se encuentran axilares o también pueden ser terminales están en racimos de 6 a 10 en cada una de las yemas en sépalos persistentes en la corola acampañada con un tono blanco y rosa en unos cultivares, conformada de 4 a 5 pétalos fusionados **(Tabla 3)** con un ovario ínfero de 4 a 10 lóculos con un pistilo simple, la cantidad de yemas de flor que desarrollan en una rama del arbusto va a depender del grosor de las ramas al momento de cultivar y de los reguladores de crecimiento (García, 2010).

Tablas 3. Estructuras soldadas de la flor

Estructuras soldadas de la flor	Descripción
Cáliz	Base de apoyo con sépalos persistentes
Estilo	El polen se adhiere y va a crecer
Estambres	Tiene de 8 a 10 estambres algunas llegan a ser aristadas
Ovario	Ínfero tiene de 4 a 10 lóculos y contienen óvulos
Corola	Tiene de 4 a 5 pétalos fusionados de una forma acampanada
Pistilo	Órgano femenino de pistilo simple que produce las semillas

Fuente: García, C. Crecimiento y desarrollo del Arándano (2003).

Fruto

Se conoce como una baya esférica falsa que en su tamaño de 1cm a 3cm de diámetro o de 1cm a 2cm, que se aproxima a un peso de 0.5 a los 4 gr y que en su interior contiene semillas, con una firmeza media y un calibre medio. Sin embargo, también se menciona que su tamaño vario de 0.7 a 1.5 cm de diámetro de acuerdo a su variedad (García, 2016).

2.4 Las variedades del arándano “ojo de conejo”

Es una de las especies con más producción por el motivo de que tiene la facilidad ser cultivada, tiende a desenvolverse en gran número de diversos suelos con pH alcalino, en suelos arcillosos y arenosos con materia orgánica no muy alta a

diferencia de otras especies que realmente necesitan suelos con un mayor índice de materia orgánica (Quintana, 2020). Sin embargo, la especie “ojo de conejo” tiene unas desventajas esta especie no es auto fértil, quiere decir que tiene dificultad en la polinización por lo que la mayor parte de sus cultivares son lentos, algunas de las variedades “ojo de conejo” florecen en la primavera esto llega a causar daño por heladas en primavera y suelen ser perjudicial. Esta especie tiene una alta resistencia a la sequía por lo que tiene una producción mayor, otra desventaja que tiene es que no son aptos para ser viajeros como característica son blandas, además sus floraciones se extienden por tal motivo debe de hacer varias cosechas durante un tiempo. Usualmente estas variedades son empleadas para el congelamiento para la industria y ser cosechadas de una forma mecánica (Magallanes et al, 2022).

Variedad Tifblue requiere horas- frio de 650 a 700 horas unas de sus características es su tamaño de fruto es pequeño – mediano cuenta con una firmeza media, cicatriz del arándano de cosecha es de buena calidad, buen sabor y un color medio. Variedad Brightwell su requerimiento es de 350 a 400 horas- frio sin embargo su floración se produce de 500 a 550 horas-frio su fruto de arándano tiene un tamaño medio-grande tiene como característica ser firme, buen sabor, color y son redondas. Variedad Ochlockonee las horas- frio que requiere es de 650 a 700 su baya de arándano suele ser más grande que Tifblue tiene como característica buen sabor, color, cicatriz y firmeza (Leguízamo, 2021).

2.5 Características edafoclimáticas

Suelo

La planta de arándano se compone principalmente de raíces finas y fibrosas que se concentran a una profundidad de 50 cm del suelo, quiere decir que se encuentra cerca de la superficie. las raíces del arándano no logran atravesar superficies compactadas del suelo, estas requieren suelos blandos, drenados y con contenido

de materia orgánica. Suelen crecer en suelos con pH de 4.4 a 5.5 (Undurraga et al, 2013).

Clima

Los arándanos dependerán de la variedad de las horas frío se requiere entre 400 – 1200 horas frío con un umbral de 7 °C para su periodo invernal. Cuando las plantas llegan a romper la latencia son sensibles a las bajas temperaturas. Si embargo, en veranos nublados suelen reducir la calidad del fruto y se presenta la propagación de hongos por otro lado, en los veranos calurosos puede afectar tiende a disminuir el sabor, firmeza, interfiere en el periodo de cosecha oportuna. El viento fuerte en los primeros años de la planta, ocasiona los brotes caídos, afectación en la floración por la caída de flores e impiden la polinización por insectos a causa de esto se ve afectada la calidad final del fruto (Undurraga et al, 2013).

Agua

El arándano tiene raíces superficiales, fibrosas con poca extensión suelen ser raíces muy sensibles al déficit y al exceso de agua, es por eso, importante que se conozca la calidad de agua de riego mediante análisis químicos para conocer pH, sales solubles y razón de adsorción de sodio, además de realizar análisis microbiológicos a una muestra de agua para asegurar que el agua que se regara a las parcelas sea de buena calidad y limpia. El riego de agua se debe realizar con sistemas de riego localizado para mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo (Moyano et al, 2019).

2.6 Calidad del fruto

Se define por ciertos elementos agrupados como la calidad visible, una de las más importantes es la apariencia, en el caso del fruto de arándano debe de tener un color azul uniforme con cera en la parte superficie del fruto, no debe de tener

presencia de defectos que se generan a partir de algún daño mecánico o por pudriciones tanto como el tamaño como la forma son muy importantes para el fruto de arándano, por lo tanto para decir que es una fruta con calidad debe ser con una adecuada firmeza (Lucho, 2022). Sin embargo, la calidad organoléptica determina el contenido adecuado de azúcares del fruto, ácidos y los compuestos volátiles del arándano son los encargados del aroma característico. Algunos parámetros de calidad que principalmente son usados en la industria alimentaria en la fruta fresca son el tamaño, color, sabor, forma, firmeza, ausencia de defectos (Enríquez, 2009).

Sugerencia para la cosecha

- ✓ No apretar ni golpear el fruto
- ✓ Debe ser cosechado individualmente cada uno de los frutos
- ✓ Recolectar por variedad o sector
- ✓ No mezclar la fruta para evitar que baja la heterogeneidad de la caja
- ✓ Higiene personal para el manejo de la fruta
- ✓ Higiene en utensilios a utilizar
- ✓ Debe ser cosechado en las mañanas y evitar cosechar en altas temperaturas
- ✓ No cosechar en lluvias o rocío o que contenga humedad el fruto
- ✓ Evitar asolear el fruto
- ✓ Evitar que el fruto sea contaminado por medio del suelo una vez cosechado

Dichas sugerencias fueron redactadas en el "Manual de manejo agronómico del arándano" (González et al, 2017).

2.7 Postcosecha

Se define como el tratamiento en el que se somete la fruta después de su cosecha por lo que esta etapa se encarga de conservar el producto hasta la etapa final de que llegue al consumidor (Godoy, C. 2004).

Manejo de postcosecha del fruto de arándano

Frutos que se consideran perecederos por lo que su tasa respiratoria es alta, los arándanos son considerados como climatéricos, por su actividad respiratoria se puede observar a partir de la etapa de cosecha, una vez que el fruto alcance su madurez fisiológica (Zapata et al, 2014). En el arándano un punto importante es la calidad como el fruto de fresco, bayas de un tamaño grande, color azul, aroma, sabor principalmente se utiliza el frío para mantener la calidad del fruto que tenga una vida de anaquel más larga, así evitando pudriciones o que tenga deshidratación el fruto gracias a este método de frío que se utiliza el arándano se posiciona como uno de las principales frutillas que tienen una mayor vida de postcosecha, pero también su vida de anaquel consiste en la nutrición que se tenga en la precosecha tanto como la cautelan que se lleve a cabo para la conservación de sus características (López, 2013).

Vida útil

Se define como el tiempo que llega a pasar una vez que el alimento está empacado y comienza a dañar sus propiedades, tanto organolépticas como fisicoquímicas, en la vida útil del fruto de arándano se aplica la temperatura para la conservación del fruto de arándano (Montoya, 2022).

Selección

Proceso donde se lleva a cabo la separación del fruto que tienen algún daño que sea de forma mecánica por defectos del campo o en muchos casos a causa de plagas, la selección se hace de una manera automatizada o manualmente (Lucho, 2022).

Lavado

Etapa en la se retira impurezas como polvo del alimento sometido se realiza el lavado con agua potable, existen diferentes métodos de lavado puede ser por goteo, inmersión y automatización ya sea de manera manual o mecánica esto va depender del alimento.

Desinfección

Sucede después de la etapa de lavado, esta etapa se encarga de eliminar presentes microorganismos en el alimento que puede llegar a ser el causante del deterioro si la etapa, no es realizada de manera correcta, la principal sustancia utilizada para esta etapa es el hipoclorito de sodio (Fiedler, 2015).

Maduración

La producción para la maduración puede a llegar a variar es ser tempranas o tardías esto va a depender de la variedad, esta parte de la maduración se debe de considerar muy importante para saber la época de su maduración.

Época de maduración del grupo Rabbbiteye su producción llega en la primavera en los meses de marzo a junio en el Continente Americano zona Norte, en México la producción se extiende de octubre a junio en climas templados. (González et al, 2017).

El arándano llega a tener su mayor cantidad de producción hasta los 7 años de cultivo esto quiere decir que a los 5 años produce un 60 % de su capacidad dado que una vez que el arándano llega a su capacidad máxima de productividad se mantendrá así hasta que termine su ciclo de vida que aproximadamente dura de 20 a 30 años. El fruto de arándano su correcta maduración tiene un periodo de 60 a 80 días a partir de su floración en el que llega a producir de 5 – 10 bayas por cada racimo (Pinedo, 2021).

2.8 Problemáticas de postcosecha

2.8.1 Enfermedades

Pudrición radicular

Phytophthora cinnamomi se desarrolla al comienzo del vivero donde se encuentran muerte de brotes, la necrosis comienza en la base de la estaca hasta llegar al tallo

de una forma ascendente, el patógeno si no es controlado se genera un mayor número de plantas muertas o debilitadas, las plantas debilitadas pueden ser trasplantadas y diseminar la enfermedad a su lugar definitivo (Cabezas Vega, L. S.2021). Sus principales síntomas que se presentan son clorosis en hojas o el follaje rojizo, necrosis en las orillas de las hojas. Las plantas enfermas carecen de flores por tal motivo produce el fruto más pequeño en algunos casos no produce, la pudrición radicular se puede generar de forma parcial o extensiva de la raíz, se puede observar una pudrición radicular en la planta de arándano **(Figura 2)** (Amézquita, 2022).



Figura 2. *Pudrición radicular*

Fuente: Cisternas, E., & France, A (2009).

Armilariosis

También llamada científicamente *Armillaria mellea* esta enfermedad es un hongo que un lento decaimiento de las plantas que son afectadas, además se encuentran afectadas por la clorosis o follaje rojizo de las ramas, sus síntomas se hacen notar en verano es cuando sucede la muerte de las plantas dañadas o algunas plantas, muestra **(Figura 3)** cómo se observan las raíces dañadas con los micelios de color blanco, una principal característica es el cuello de la planta se torna blanda y la corteza se desprende con facilidad en esta parte se observa los micelios son gruesos

tienen un color blanco forman masas de manera de abanico. Una vez que la planta muere los micelios se trenzan hasta que obtengan estructuras de tipo cordón llamados rizomorfos que se extienden a lo largo de las raíces principales (Undurraga, y Vargas, 2013).



Figura 3. Armilariosis

Fuente: Orga Porras, J. (2021).

Cancrosis del tallo

Es un hongo llamado científicamente *Fusicoccum putrefaciens*, *godronia cassandrae* que se desarrolla en los tallos a la edad de 1 a 2 años causa anillados de color café rojizo (**Figura 4**) en alrededor de las yemas que se corre a lo largo de la ramilla las lesiones que se generan con el paso del tiempo se tornan con un color negro, son lisas con partiduras en la corteza sus sectores plumizos. Otra característica de la rama es que mueren y produce pecnidios pequeños encontradas bajo la corteza son visibles las estrías de la corteza. Si no se controla las ramas mueren de una forma irregular y progresiva hasta que termina con la muerte del arbusto, la enfermedad se transmite a través de las estacas que provienen de plantas enfermas o al momento de que se deja en el suelo residuo de la poda (Molina, 1998).



Figura 4. Enfermedad de Cancrosis del tallo

Fuente: Verona La Rosa, H. E. (2022).

2.8.2 Plagas

Anómala sp

Es una plaga de escarabajos de color blanco se reproducen en larvas que llegan a afectar a la raíz de la planta, la plaga se controla al emplear materia orgánica que está en descomposición es de vital importancia no utilizar estiércol, otra manera de mantener el control es emplear trampas de luz, melaza de forma química con Imidacloprid se aplica en sistema riego.



Figura 5. Anómala sp

Fuente: Anomala SP. - Anomala digressa, (2023).

2.9 Características climáticas

Este fruto se puede llegar a desarrollar en diferentes climas por lo que va a depender de las horas – frio que necesita la especie, las horas- frio son importantes para que las yemas lleguen a romperse la dormancia o latencia (Tapia, 2022) , otro punto importante que se debe de tener en cuenta que temperaturas que son muy bajas afectaran la floración por ello es importante seleccionar el cultivar que no afecte estos términos se menciona que unas de las temperaturas óptimas para el desarrollo de la fotosíntesis para los arándanos es de 14 a 26 °C (Rebolledo, 2013).

Requerimiento horas – frio

Su especie requiere un rango de horas – frio que va de 400 / 600 (Mesa, 2015). Por otro lado, se menciona que sus horas - frio es de 400 / 800 el arándano ojo de conejo (Pinedo, 2021).

2.9.1 Estrategias de enfriamiento

Aire forzado

Mediante el aire forzado se llega a reducir temperaturas que son indicadas para almacenamiento desde 0- 1 °C alrededor de 1 hora. Por lo contrario, se ha demostrado que los frutos de arándano que son enfriados más de 2 horas a una temperatura de 1.5 °C tiene menor pudrición después de ser almacenados a una misma temperatura en el transcurso de 48 horas. Es importante mencionar que la estrategia de enfriamiento debe de continuar durante el almacenamiento, para mantener la calidad del fruto, en el packing la cadena de frio se incorporan túneles

llamados pre – frio permitiendo que la fruta obtenga una temperatura de 0 °C al final de la línea de packing (Casas, 2017).

Cámara convencional de forma pasiva

En este enfriado la remoción del calor es lenta poco eficaz de los frutos en la que se utiliza una cámara convencional de forma pasiva, los frutos se ubican al centro de envases o pallets por lo tanto tienen un enfriamiento inadecuado y genera algunas condiciones de condensación cuando libera un aire cálido en el fruto que se encuentran al exterior con diferente temperatura menor de los que se encuentran en el enfriamiento (González, 2017).

Es importante que la cadena de frio se mantenga desde el almacenamiento y transporte, una vez que el fruto recibió el proceso de enfriamiento rápido a su temperatura óptima para evitar quiebres de la cadena de frio el proceso ideal para los frutos de arándano considerar la etapa de pre – frio, un embalaje a un ambiente que este refrigerado, mantener una temperatura de 0 °C a partir de almacenamiento y transporte hasta que llegue al consumidor con buena calidad (González, 2017).

2.10 Parámetros de calidad del arándano

En algunas ocasiones el manejo de parámetros lleva como la finalidad de mantener calidad del cultivo, así tener una buena calidad de arándano para el consumidor y tenga una buena textura, sabor, color, valor nutritivo además de que sea libre de patógenos. El parámetro más utilizado es de la madurez del fruto del arándano que consiste en su color, contenidos de sólidos solubles, firmeza la acidez (Benites, 2019).

Cualidad fisicoquímica del fruto de arándano

El departamento United States Department of Agriculture (USDA) menciona que los frutos de arándanos deben tener unas cualidades que lleguen a ser similares como el color, forma (Montoya, 2022). En características físicas se encuentra longitud polar 11.90 mm, longitud ecuatorial 15.56 mm este rango de longitud se debe encontrar el fruto, de tal manera otra característica física importante es el peso fresco del fruto con un valor 1.90 g y peso seco 0.13 g. Se encuentra las características químicas son el pH con un 3.83 y los grados brix con valor de 6.63, son los estándares de USDA (Fiedler, 2015).

Tablas 4. Características de arándano

Característica	Descripción
Color	Sus bayas son de color azul claro dependiendo de la pigmentación por antocianinas con una epidermis cubierta de secreciones serosidad esto hace que su tiempo de post cosecha llegue tener más durabilidad.
Sabor	Tiene un sabor dulce agridulce con unas notas aromáticas.
Cicatriz	Una vez desprendida la baya de pedúnculo se obtiene una cicatriz en el punto donde es la unión de la baya pueden ser un con un tamaño más o menos grande.

Fuente: Benites Ayón, L. (2023).

pH requerido del suelo

El arándano se desarrolla en un suelo que tenga de 4.0 a 5.5 pH aunque también llega a soportar un pH de 6.0 dado que sus niveles de materia orgánica estén elevados si el valor supera sus concentraciones tisulares como el hierro y el zinc alcanza un nivel de deficiencia (Williamson y Lyrene, 2004).

Diámetro ecuatorial y polar

El diámetro ecuatorial se define como la máxima longitud rectilínea que se puede obtener de un fruto medido de manera perpendicular a su eje peduncular y el diámetro polar como la máxima longitud rectilínea, que se obtiene al medir desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto (Muñoz et al, 2017). Por otro lado, el diámetro polar es el extremo apical hasta la base, quiere decir que va como la máxima longitud rectilínea que se mide del pedúnculo al ápice de la fruta (Gaona et al, 2008).

pH

El pH se utiliza de forma cuantitativa, para medir en grado de acidez o su alcalinidad de algún elemento, es decir un indicador de la concentración de iones de hidrógeno que son cargados con energía positiva, si existe una alta concentración de iones de hidrógeno mayor será la acidez del alimento, por lo que es perjudicial para la salud humana (Martínez, 2019). Es decir, el pH se encarga de saber los tipos de microorganismos que podrían crecer o sobrevivir en el ambiente en el que están, mayormente sobreviven o se desarrollan de un 4.6 – 9 pH (Bascopé, 2012).

Sólidos solubles totales

Mide el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, los grados brix funciona para medir el dulzor es principalmente usada en la industria alimentaria para medir en frutas, zumos, verduras y mermeladas sus azúcares, posteriormente ayuda para controlar el desarrollo y maduración del fruto (Céspedes, 2010). También llamado índice refractométrico o sólidos solubles (SS) es un considerado un parámetro fisicoquímico que se realiza un seguimiento de transformación química, física y degradación se relacionan con el grado de madurez durante la cosecha y post cosecha, este parámetro nos genera nos muestra una cantidad de azúcares que se encuentran en 100 gramos de una disolución o concentración porcentual (Barbagelata et al, 2019). En el fruto de arándano su nivel de sólidos solubles deben

de ir de los 12 – 14 °Brix para que sean considerados un fruto con sus características organolépticas adecuadas (Figueroa et al, 2010).

Los sólidos solubles en otra definición es un contenido total de azúcares que son de un peso bajo molecular como característica son solubles en agua como principalmente la fructosa, glucosa y manosa. El procedimiento como se lleva a cabo es medir fruto una vez cosechado, se adquiere de una forma directa mediante la técnica de medición de refractometría se representa en grados brix (Defilippi et al, 2017).

Antocianinas

Las antocianinas son las encargadas de producir los colores anaranjado, azul, rojo y el púrpura en algunas frutas, son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en el reino vegetal, son pertenecientes al grupo flavonoides su estructura está conformada por un núcleo flavon se constituye por dos anillos aromáticos que están unidos por lo que es un anillo de tres carbonos (Badui, 2006). En otra definición las antocianinas son antocianinas glicosiladas por lo que están compuestos por polifenólicos que son metabolitos secundarios tienen uno o más anillos aromáticos en donde se van a unir al grupo hidroxilo otra función que tienen las antocianinas es que exhibe actividad antimicrobiana por medio de daño celular inducido para llegar a destruir la pared celular, la matriz intercelular y posteriormente la membrana (De La Rosa, 2022). Las antocianinas ayudan son las encargadas de brindarles en color azul de tal forma que se encargan de los cambios físicos de las células (Pinedo, 2021).

Acidez titulable

Son aquellos ácidos orgánicos que determina el pH del fruto también ayuda a la estabilidad de color azúcares y parte del sabor a causa de las distintas formas de respiración de las diferentes frutas durante su maduración, disminuye el contenido de ácidos por la degradación de los ácidos orgánicos los cuales llegan a influir en su color, sabor. En el fruto de arándano tiene un porcentaje alto de acidez por lo tanto

el color del fruto aumenta su intensidad que es causado por las antocianinas posteriormente reportaron valores del parámetro acidez titulable de 0.40 – 1.31 de ácido cítrico (Flórez et al, 2020).

2.11 Beneficios del consumo de arándano

Los beneficios del fruto de arándano tienen un gran contenido de fibra por lo que son bajos en calorías contiene vitamina C y vitamina K. Su capacidad antioxidante es muy superior que la demás frutas y vegetales, su principal antioxidante del fruto de arándano son los flavonoides (Fiedler, 2015).

En arándanos se demostró que los antioxidantes sirven como protección ante el daño oxidativo en las lipoproteínas por lo que su consumo regular se ha demostrado que baja la presión sanguínea. Según estudios el jugo de arándano ayuda a proteger el daño del ADN por lo tanto previene el envejecimiento y el cáncer.

El fruto tiene múltiples beneficios como son:

- Prevenir que algunas bacterias lleguen adherirse en las paredes de la vejiga en lo podría llegar a reducir infecciones en el tracto urinario
- Mejora a la sensibilidad de insulina y bajar los niveles de azúcar en la sangre
- Ayuda a mejorar la función cerebral (Enríquez, 2009).

Valor nutricional

El fruto de arándano contiene 82% de agua, sin embargo esto depende del factor de la disponibilidad hídrica que tenga mediante el suelo luego de la cosecha, posteriormente a veces se tiene una pérdida de agua del fruto que se dirige a un resecamiento por lo que también pérdida de masa, por consiguiente se obtiene un porcentaje alto de contenido de humedad por este factor el fruto se vuelve más perecedero con más rapidez y llega a hacer susceptibles a un crecimiento de microorganismos (Pesantes et al, 2021).

Los nutrientes en el fruto de arándano tienen un aporte o beneficio para la salud estos nutrientes son esenciales como se muestra **(Tabla 5)**, el contenido de nutrientes:

Tabla 5. Contenido de nutrientes del arándano

Nutriente	Contenido (gr/100g)
Energía (Kcal)	57
Proteína	0.74
Carbohidrato	14.49
Azucares	9.96
Fibra dietética	2.4
Grasa	0.33
Ceniza	0.217
Agua	84.21

Fuente: Adaptado de Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) del United States Department of Agriculture (USDA), 2015 -2016.

Las vitaminas son abundantes en el arándano con aporte bajo en calorías que se considera que da múltiples beneficios para el ser humano **(Tabla 6)**, se menciona el contenido de vitaminas que se encuentran en arándano que se expresa en mg.

Tabla 6. Contenido de vitaminas en el arándano

Vitaminas	Contenido (mg/100g)
Vitamina A	0.003
Tiamina	0.037
Riboflavina	0.041
Niacina	0.418
Vitamina B6	0.052
Vitamina C	9.7
Vitamina E	0.57
Vitamina K	0.0193

Fuente: Adaptado de Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) del United States Department of Agriculture (USDA), 2015 -2016

En la **(Tabla 7)**, se muestra el contenido de minerales del fruto de arándano expresado en mg:

Tabla 7. Contenido de minerales en el arándano

Minerales	Contenido (mg/100g)
Calcio	6
Fosforo	12
Magnesio	6
Hierro	0.28
Zinc	0.16
Cobre	0.057
Potasio	77
Sodio	1

Fuente: Adaptado de Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) del United States Department of Agriculture (USDA), 2015 -2016.

2.12 Aplicación en la industria alimentaria

La mayoría de residuos que genera en la industria alimentaria de fruta es utilizada para generar alimentos para animales o en otros casos para elaborar fertilizantes orgánicos, en el fruto de arándano que en la industria es usado para proceso de extracción de jugo durante el su etapas de industrialización en el proceso de filtrado se obtiene distintos subproductos como cascara, semillas, algunos restos de pulpa los que contienen un elevado contenido de fibra dietaría que muchas veces es utilizado en la industria alimentaria para la elaboración de suplementos alimenticios (Irigoytia et al, 2018). Algunos productos derivados del fruto de arándano son en pastelería, bebidas, cereales, congelados, confitería, mermeladas, salsas, snacks, vinos, deshidratados se tiene más aplicaciones fuera de la industria alimentaria en la salud y belleza (Sejuro et al, 2017).

2.13 Frutas climatéricas y no climatéricas

En la madurez se presentan cambios importantes en las frutas en el color, textura, sabor, su proceso de madurez la podemos encontrar en dos diferentes maneras:

Las frutas climatéricas pertenecen aquellos que pueden madurar después de ser cosechados y no solo adheridos a la planta, una vez que son cortados en la etapa pre climatérica como la manzana, tomate, plátano suelen alcanzar más rápido la senescencia a causa de que su respiración está acompañada por un aumento en los niveles de etileno encargados de coordinar y sincronizar el proceso de maduración (Martínez et al, 2017).

A medida que los frutos alcanzan su madurez fisiológica se comienza a observar distintos cambios de color, firmeza y sabor ligados a sus características organolépticas importantes para la apariencia del fruto. Los arándanos son

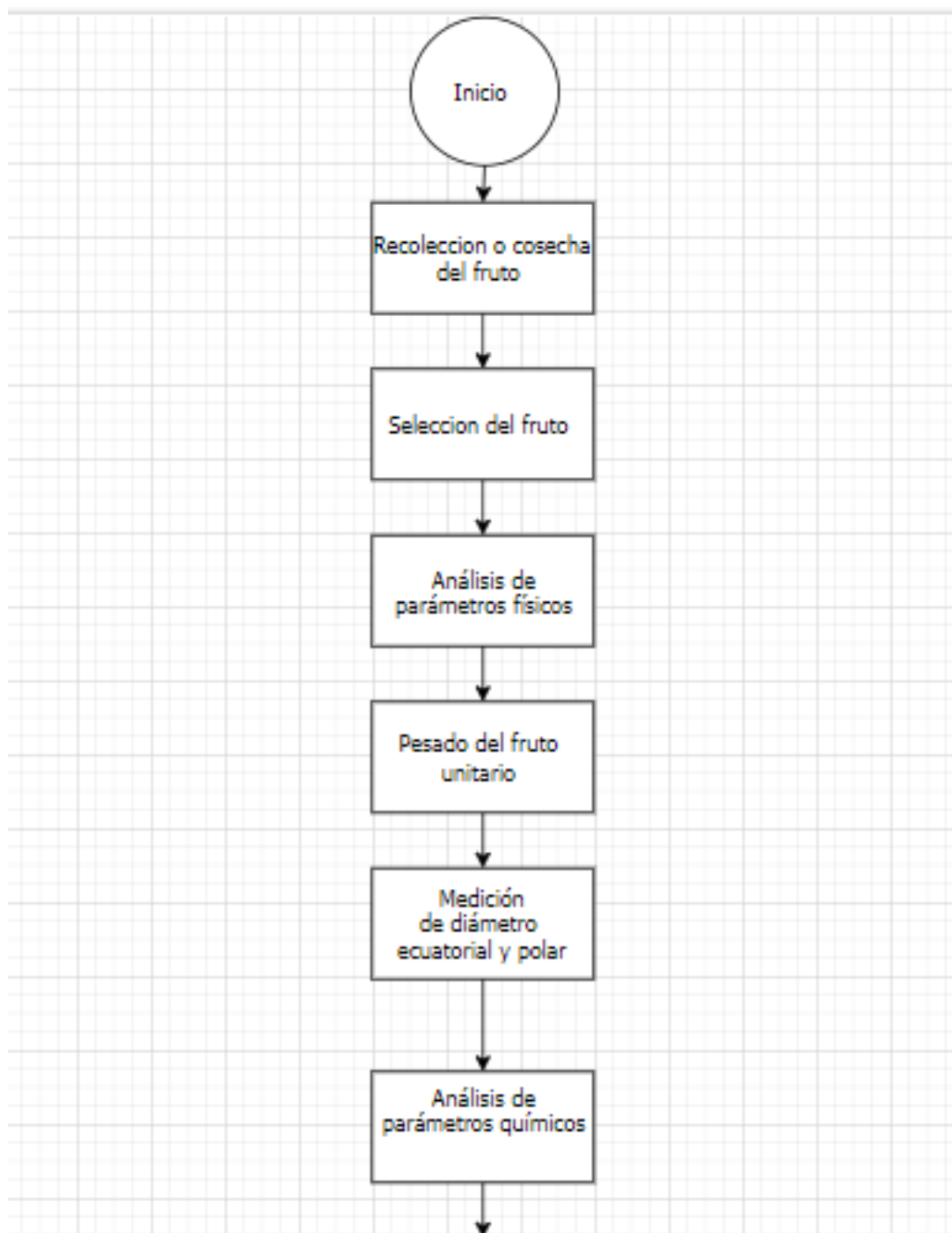
clasificados como frutos climatéricos quiere decir que una vez cosechados son capaces de adquirir características similares a los que maduraron en la planta. Por otro lado, una vez que alcance el estado máximo de calidad, resalta muy rápido la sobre madurez acompañado de un excesivo ablandamiento, pérdida de sabor y color, es un fruto que pierde con velocidad su calidad, es importante que lleve un adecuado manejo de temperatura a partir de la cosecha. Con una temperatura de 4°C y 5 °C los arándanos tienen una tasa de respiración considerada de baja a moderada (Defilippi et al, 2013).

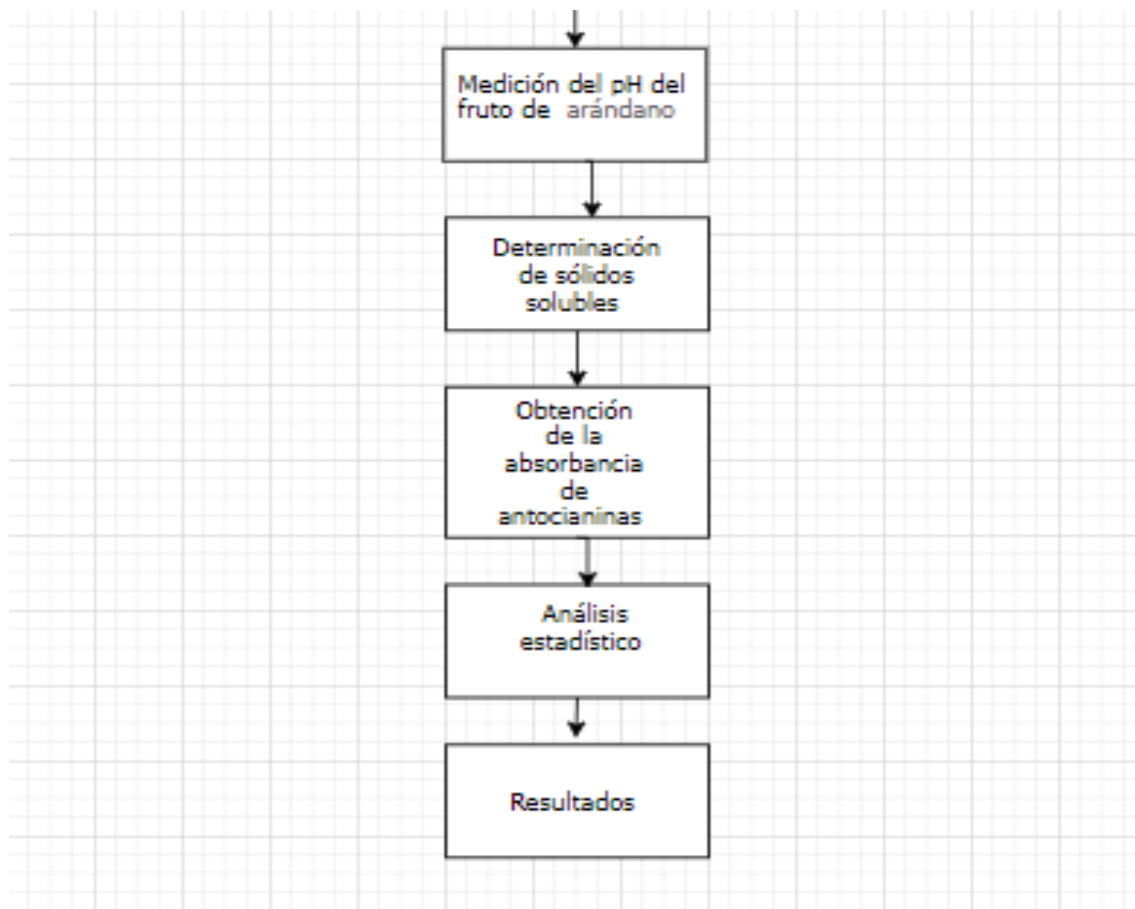
En los frutos no climatéricos se consideran aquellos que no muestran un aumento en su tasa de respiración en el periodo de maduración es lenta y se observa muy poco en su apariencia. Su recolección debe ser cuando el fruto vaya a salir a comercialización para el consumo, ya que si se recolectan verdes o antes de tiempo ya no maduran. Los frutos que pertenecen a esta categoría no presentan variaciones en su tasa de respiración y tampoco de síntesis de etileno durante el periodo de maduración. Es decir que no desarrollan los patrones climatéricos que implica el aumento de respiración, biosíntesis de etileno y respuesta auto catalítica al etileno, sin embargo, muestra al etileno como desverdizado una coloración entre verde a amarillo o anaranjado y con un ablandamiento en el fruto (Martínez et al, 2017).

CAPITULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

3.1 Diagrama de flujo





3.2 Descripción de las zonas de colecta

Localización

Se seleccionaron 4 diferentes puntos en la sierra Nororiental de Puebla para la recolección de arándano los cuales son los siguientes:

- San Ambrosio localidad ubicada en Municipio de Atempan
- Localidad de Dos Ríos ubicada en Municipio de Hueyapan
- Atoluca localidad ubicada en Teziutlán, Puebla
- Ahuatepec localidad ubicada en Municipio de Hueyapan

Las localidades se eligieron porque están comenzando hacer zonas productoras del fruto de arándano y que a partir de este fruto están desarrollando sub productos como mermelada, licor que son comercializados a nivel regional.

Tabla 8. Descripción de las zonas de recolección del fruto arándano.

Localidad	Municipio	Coordenadas	Descripción
San Ambrosio	Atempan	Latitud Norte 19° 46' 48" Longitud Occidental 97° 23' 18"	Clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media diurna está entre 19°C y 25°C, llueve 168 días y hay un total aproximado de 599 mm precipitaciones (Bonilla, 2014).
Dos Ríos	Hueyapan	Latitud Norte 19° 52' 02" Longitud Occidental 97° 19' 42"	Clima templado húmedo con lluvias durante todo el año, otro clima que se presenta es el clima semi cálido sub húmedo también presentando lluvias a lo largo

			del año en el noroeste (Giovannelli, 2023).
Atoluca	Teziutlán	Latitud Norte 19°86'08" Longitud Occidental -97°34'80"	Clima templado húmedo, la temperatura media diurna está entre 18°C y 26°C durante el día, la temperatura media nocturna está entre 9°C y 16°C, llueve 214 días y hay un total aproximado de 757 mm precipitaciones (México Pueblos America, 2022).
Ahuatepec	Hueyapan	Latitud Norte 19.871389 Longitud Occidental -97.431667	clima templado húmedo con lluvias durante todo el año, otro clima que se presenta es el clima semi cálido sub húmedo

también
presentando
lluvias a lo largo
del año en el
noroeste
(Giovannelli,
2023).

Fuente: Elaboración propia

Diseño experimental

El diseño estadístico es un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones por tratamiento, tomando a cada localidad como un tratamiento, usando como unidad experimental el fruto de arándano.

3.3 Variables fisicoquímicas del fruto de arándano

Peso de fruto

Se obtuvo el peso fresco del fruto de arándano de los 4 tratamientos con tres repeticiones con un total de 30 frutos por tratamiento, con la ayuda de una balanza digital (Sartorius analytical balance. Model BL-210S) cada uno de los frutos enteros.

Diámetro polar

Se determinó el diámetro polar del fruto de arándano con el instrumento vernier digital en el que se obtuvo al medir el pedúnculo hasta el ápice del fruto de arándano, se calculó el diámetro polar para los 4 tratamientos que se trabajó con tres repeticiones con un total de 30 frutos por tratamiento.

Diámetro ecuatorial

Se obtuvo el diámetro ecuatorial del fruto de arándano con el instrumento de medición vernier digital donde fue medido de manera perpendicular en su eje peduncular, se calculó para los 4 tratamientos que se trabajó del fruto de arándano con tres repeticiones con un total de 30 frutos por tratamientos.

Sólidos solubles totales (SST)

Con la concentración de jugo de 10 frutos de arándanos por cada tratamiento con tres repeticiones, diluida con 15 ml de agua destilada se determinó los sólidos solubles totales con un refractómetro digital y se obtuvo los valores en grados Brix.

Medición de pH

Se midió el pH de la concentración del jugo de 10 arándanos por cada tratamiento con tres repeticiones de la zona de recolección con el dispositivo electrónico potenciómetro (Hanna Instruments Grochek HI98127) en donde se sumergió esta concentración en el electrodo para obtener su medición con una posterior calibración de un pH de 7.

Acidez titulable

La acidez del fruto de arándano se realizó acorde con la metodología de AOAC (1996), se basó la titulación de un concentrado de jugo del fruto de arándano que se tituló con una solución de NaOH (Hidróxido de sodio) a 0.1 N, con ayuda de un potenciómetro hasta que se obtuvo un pH de 8.2 ± 0.2 usando el indicador de fenolftaleína, como resultado de la titulación se logró expresar como el porcentaje de ácido cítrico se calculó de la siguiente forma:

$$\% \text{ acido citrico} = \frac{V * N * 0.64}{v}$$

Donde:

% de acidez: g de ácido / 100 ml de muestra

V: volumen (ml) de solución de NaOH usado para la titulación

N: normalidad de NaOH

V: volumen (ml) de muestra

Índice de madurez

Indica como el cociente de sólidos solubles totales y la acidez titulable de la fruta se expresada de la siguiente manera:

$$\text{índice de madurez} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\% \text{ acidez}}$$

Absorbancia de antocianinas

Se obtuvo la absorbancia de las antocianinas de fruto de arándano según Giusti MM (2001) el método de pH diferencial, el mismo que se basa en el cambio de coloración de las antocianinas de acuerdo al pH en la que se encuentran, con ayuda de un espectrofotómetro (AMV01 Espectrofotómetro Visible+ UV+ Rango de 325-1000 nanómetros).

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH\ 4.5}$$

Manejo de temperatura

Los arándanos son un fruto con una susceptibilidad para la pérdida de agua por lo que llega a afectar negativamente en la apariencia presenta arrugamiento. Por eso de mayor importancia mantenerla con temperatura y humedad para evitar una deshidratación deben ser almacenados a una humedad relativa de 0 °C para reducir la pérdida de agua en el fruto (Meléndez, 2021).

La temperatura en los arándanos es muy importante porque es necesario para el metabolismo de la fruta y para su vida de anaquel durante la postcosecha. En el periodo de cosecha el fruto de arándano está bajo las condiciones de alta

temperatura ambiente por lo que su respiración es de una tasa alta, su respiración se encarga de la vida del fruto por lo es necesario que consuma oxígeno por lo que se va a producir dióxido de carbono así llegar a generar energía para mantener su vida, la respiración de la fruta afecta la calidad de fruto. En la cosecha y en la etapa de packing del fruto se necesita eficiencia de sistemas para tener una remoción de calor del campo para el almacenamiento de la fruta para obtener una temperatura de 0 -1 °C así tener un adecuado almacenamiento y para el transporte (Leguizamo, 2021).

Análisis estadístico

Se realizó la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) de medias para llevar a cabo el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS System Versión 9 (SAS Institute Inc., 2006).

3.4 Hipótesis

Las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolla el cultivo de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) contribuyen al crecimiento de la planta por tanto también del fruto, podrían presentar al menos una localidad diferencias estadísticamente significativas en los parámetros fisicoquímicos.

3.5 Equipos y materiales empleados durante la investigación

Tabla 9. Equipos y materiales

Equipos	Materiales
Balanza analítica	Fruto de arándano
Potenciómetro	Alcohol
Vernier digital	Agua destilada
Agitador orbital	Ácido clorhídrico
Refractómetro	Hidróxido de sodio 1N
Espectrofotómetro	
Soporte universal	
Matraz Erlenmeyer 250 ml	
Pinza para soporte	
Mortero	
Bureta 50 ml	
Vaso de precipitado 250 ml	

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Procedimiento de las metodologías

3.6.1 Peso unitario del fruto de arándano (*Vaccinum ashei* Reade)

Por cada tratamiento de las diferentes zonas de recolección. Se llevo a cabo la selección de 30 frutos de arándano por cada tratamiento. En una balanza analítica calibrada, se pesó cada uno de los frutos de manera individual. Posteriormente se fue anotando cada peso del fruto.

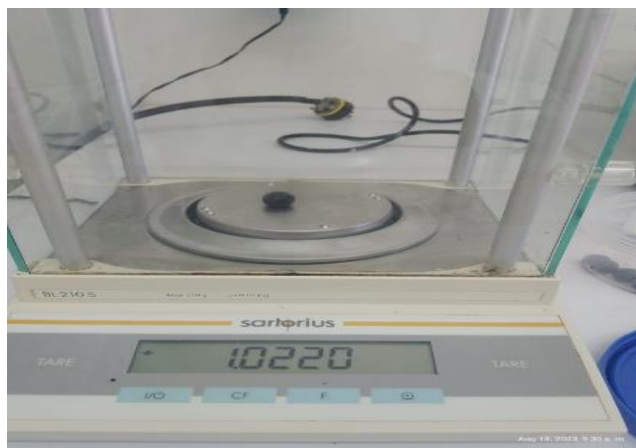


Figura 6. Peso de arándano

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Medición del diámetro polar y diámetro ecuatorial

Se utilizó 10 frutos por cada tratamiento que se realizó por triplicado. Con un vernier digital se midió de manera polar y ecuatorial cada uno de los frutos.



Figura 7. Medición de diámetro polar y ecuatorial del fruto de arándano

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 Medición de pH y °Brix

Con los frutos que se pesó y fueron medidos del diámetro polar y ecuatorial, se colocaron 10 frutos en un mortero se molieron por cada tratamiento con tres repeticiones; posteriormente se utilizaron 10 ml de agua destilada para ser agregadas al mortero con los frutos molidos, una vez que mezclados se filtró se continuo con la lectura de pH con un potenciómetro digital y para los grados brix se utilizó un refractómetro digital, se tomó dos gotas y se agregaron al lente del refractómetro y se continuo con la lectura.



Figura 8. Lectura de grados brix

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Peso del hidróxido de sodio

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5 Medición de acidez titulable del fruto de arándano

Se pesó 10 frutos, se molió la fruta para obtener un puré con un mortero, se agregó agua destilada al puré y posteriormente se midió el volumen, solo se tomó 10 ml de la muestra y se agregaron en un matraz Erlenmeyer con dos gotas de fenolftaleína, se añadió en una bureta el hidróxido de sodio al 1 N se colocó en un soporte universal y se comenzó a titular hasta obtener un pH de 8.2 y 8.3 posteriormente para cada muestra se fue registrando el gasto del hidróxido de sodio finalmente se repitió el procedimiento para cada tratamiento de manera triplicada.

Preparación de solución hidróxido de sodio 1N

Se pesó 4 gramos de hidróxido de sodio, en 10 ml de agua destilada se disolvió 4 gramos de hidróxido de sodio que se pesaron anteriormente, una vez disuelto en un matraz para aforar de un litro una vez aforo se utilizó para la acidez titulable



Figura 10. Titulación del fruto de arándano

Fuente: Elaboración propia.

3.6.6 Antocianinas

Absorbancia de antocianinas en el fruto de arándano

Para cada muestra se picó finamente los arándanos, se colocó en un matraz Erlenmeyer con 100 ml de metanol al 80%, se agito por 120 min a 130 revoluciones, la muestra se filtró con papel filtro, el filtrado se dejó reposar durante 30 min ; posteriormente se tomó un 1 ml de la muestra filtrada y se le agrego 9 ml de la solución buffer pH 1.0 en otra muestra filtrada, se tomó de igual manera 1 ml y se le agrego 9 ml de la solución buffer con pH 4.5, se mezcló y dejó reposar durante 15 min, se ajustó el espectrofotómetro con agua destilada a 510 nm, una vez reposadas las muestras se fue introduciendo en el espectrofotómetro individualmente para medir sus absorbancia, finalmente se repitió el procedimiento pero con el espectrofotómetro ajustado a 700 nm.

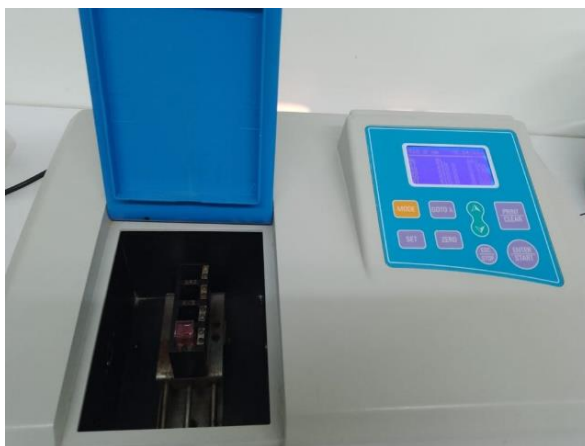


Figura 11. Muestra reposada introducida al espectrofotómetro

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

Los resultados se muestran en la **(Tabla 10)** de la variable diámetro polar (DIAP) y diámetro ecuatorial (DIAE), se observó que, en las cuatro localidades de recolección, la diferencia mínima significativa obtenida es de 0.04728 y 0.4657 en las variables mencionadas anteriormente, por lo tanto, son estadísticamente similares.

Mediante la prueba Tukey se obtuvo promedios del diámetro polar, de acuerdo a los resultados representados, el promedio más alto se observó en la localidad Ahuatepec con un diámetro de 11.5761 mm y con un promedio menor correspondiente a la localidad Dos Ríos con 9.8611 mm con una desviación estándar 0.368837, sin embargo, en el diámetro ecuatorial se presentó una desviación estándar 0.363286, con un promedio mayor en la localidad de San Ambrosio con 13.1788 mm, posteriormente en la localidad Dos Ríos con menor promedio con valor de 11.4900 mm, por lo tanto Chilean blueberry committee (2019) afirma que como "Defecto menor corresponde aquel fruto con un diámetro ecuatorial inferior de 12 mm" por lo tanto las cuatro localidades de recolección tiene un defecto menor en diámetros ecuatoriales porque sus diámetros son inferiores a 12 mm, por lo que un factor importante que podría ser el causante que los frutos entren en la categoría de un defecto menor, según Pinochet et al, (2014) menciona que " la poda es uno de los factores que tienen como acción mantener un equilibrio de la planta para obtener calidad del arándano" por lo que podría ser un causante para la calidad de arándanos en las localidades de recolección, los resultados obtenidos de los frutos puede influir para las características de la baya de arándano según Carbajo et al, (2010) el momento de cosecha de arándano influye en los parámetros de calidad y su planificación es importante para conservar la misma.

Se puede observar en la **(Tabla 10)** que los tratamientos analizados corresponden a las localidades de San Ambrosio, Atoluca, Dos Ríos, Ahuatepec presentaron

resultados similares entre ellos, por lo tanto, no mostraron una diferencia estadísticamente en la variable de forma del fruto (FORM) con una desviación estándar 0.032136. Finalmente, en la variable peso de fruto (PESO) los promedios de las localidades son diferentes, sin embargo, en la localidad de Atoluca y Ahuatepec sus valores expresados son estadísticamente iguales, por otro lado, la localidad de San Ambrosio, Dos Ríos varían los valores entre los tratamientos mencionados, dentro de la variable de peso de fruto (PESO) la diferencia mínima significativa honesta es de 0.1108 y su desviación estándar de 0.086423. Según Rebolledo et al, (2007) afirma que “Las malezas en periodo de crecimiento, floración de la planta y fructificación llegan a reducir el peso y forma del fruto” en lo que se puede observar en los resultados de la variable de peso, donde resalta que en la localidad de San Ambrosio con promedio mayor de las localidades con 1.2734 y con un promedio menor la localidad de 0.8603 de acuerdo a lo analizado, en las variables se le sugiere revisar el periodo de las plantas en crecimiento, floración, fructificación para obtener un fruto con buena calidad y mantener las características fisicoquímicos.

Tabla 10. Diámetro polar, diámetro ecuatorial, forma y peso en frutos de arándano variedad ojo de conejo en la sierra nororiental de Puebla

Localidades	DIAP	DIAE	FORM	PESO
San Ambrosio	10.9360 _b	13.1788 _a	0.8307 _a	1.2734 _a
Atoluca	10.3671 _c	12.2984 _b	0.8431 _a	1.0553 _b
Dos Ríos	9.8611 _d	11.4900 _c	0.8585 _a	0.8603 _c
Ahuatepec	11.5761 _a	13.0353 _a	0.8574 _a	1.1476 _b
DMSH	0.4728	0.4657	0.0412	0.1108

Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo con prueba Tukey a una $P \leq 0.05$.

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

DIAP, DIAE, FORM, PESO: diámetro polar (mm), diámetro ecuatorial (mm), forma y peso (g).

De acuerdo con la prueba Tukey los valores obtenidos de la variable pH del fruto (pH), en las distintas localidades de recolección presentados en la **(Tabla 11)** los valores de los promedios de cada uno de los tratamientos, se puede observar que los valores son estadísticamente similares, dentro de la tabla muestra la diferencia mínima significativa honesta es 0.2811 de la variable de pH con una desviación estándar de 0.099442. En la variable sólidos solubles totales del fruto de arándano representada como (BRIX), se muestran los valores con una diferencia mínima significativa honesta de 2.5839 y una desviación estándar de 0.914191, comparando los resultados obtenidos entre las localidades de Atoluca y Dos Ríos indica que el valor del promedio es diferente, por lo tanto, los sólidos solubles de la localidad es más elevado quiere decir que tiene mayor concentración azúcares en los frutos de arándano, sin embargo, en la localidad de San Ambrosio y Ahuatepec se observa que sus valores de sus promedios estadísticamente son iguales, por otra parte, según Beaudry (1992) señala un contenido de sólidos solubles totales que sean mayor a 10 °Brix para que el fruto se considere en el estándar de calidad con base a los resultados obtenidos expresados en la **(Tabla 10)** los frutos de los cuatro tratamientos entran en el estándar de calidad.

Tabla 11. pH y sólidos solubles totales en frutos de arándano variedad ojo de conejo en la sierra nororiental de Puebla

Localidades	PH	BRIX
San Ambrosio	2.4623 _a	23.1667 _a
Atoluca	2.3556 _a	18.2223 _b
Dos Ríos	2.3080 _a	15.3333 _c
Ahuatepec	2.4966 _a	25.3333 _a
DMSH	0.2811	2.5839

Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo con prueba Tukey a una $P \leq 0.05$.

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

PH, BRIX: pH del fruto de arándano, solidos solubles totales (%) del fruto de arándano.

En la **(Tabla 12)** se expresan los valores obtenidos de acuerdo a la prueba Tukey en las localidades de recolección con la variable índice de madurez y acidez titulable de los frutos de arándanos, en la variable de índice de madurez (INDM) se muestra que sus valores de los promedios obtenidos son estadísticamente iguales, de acuerdo a la prueba Tukey $P \leq 0.05$ con una un valor de diferencia mínima significativa honesta de 6.746 y una desviación estándar de 1.398074 en índice de madurez. En acidez titulable (ACID) se observan, en la segunda columna los valores de las localidades de recolección en los que se obtuvieron promedios estadísticamente iguales, su diferencia mínima significativa honesta tiene el valor de 2.814 con una desviación estándar de 0.583249 en acidez titulable de las localidades de recolección. De acuerdo a González. J, Berdeja. A, (2022) menciona que la "Aplicación de fertilizantes foliares son buena alternativa para aumenta el rendimiento y la calidad del fruto" de las distintas variables que fueron valoradas como parámetros químicos se observó como solidos solubles, acidez titulable, pH y índice de madurez en algunos promedios, se obtuvo diferencias en los promedios de las localidades de recolección.

Tabla 12. Índice de madurez y acidez titulable en frutos de arándano variedad ojo de conejo en la sierra nororiental de Puebla

Localidades	INDM	ACID
San Ambrosio	5.413 _a	4.247 _a
Atoluca	4.703 _a	3.900 _a
Dos Ríos	3.480 _a	4.441 _a
Ahuatepec	8.588 _a	3.013 _a
DMSH	6.746	2.814

Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo con prueba Tukey a una $P \leq 0.05$.

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

INDM, ACID: índice de madurez del fruto, Acidez del fruto.

De acuerdo con la prueba Tukey se expresan los valores en el **(Tabla 13)** que fueron obtenidos de la variable de absorbancia de antocianinas (ANT) de los frutos de arándano de las localidades de recolección, donde los valores obtenidos dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba Tukey $P \leq 0.05$, sin embargo, en la localidad de San Ambrosio se observó un valor de -0.03633 esto se puede interpretar que el fruto de la localidad mencionada, sus condiciones edafoclimáticas pudo llegar afectar para obtener este valor expresado, posteriormente su diferencia mínima significativa honesta es de 0.1648 y una desviación estándar 0.058308. Según Burgos et al, (2016) De acuerdo a las características estructurales de las antocianinas para obtener una mayor estabilidad en el cambio de absorbancia de antocianinas influye en el pH por lo que las antocianinas con un pH más ácido se refleja unas antocianinas estables, sin embargo al obtener un pH alcalino se degradan las antocianinas por lo que podría ser la causa del resultado -0.03633 obtenido de la localidad de San Ambrosio donde se observó una variabilidad, otras razones podrían ser por la temperatura y por la exposición de luz que estuvieron expuestos los frutos de arándano las cuales son razón que dependerá para el cambio de absorbancia de antocianinas sea favorecida o menos favorecida, en este caso la localidad de San Ambrosio tuvo impacto en la extracción de antocianinas por algunos de los factores mencionados anteriormente.

Tabla 13. Absorbancia de antocianinas en los frutos de arándanos variedad ojo de conejo en la sierra nororiental de Puebla.

Localidades	ANT
San Ambrosio	-0.03633 _a
Atoluca	0.01833 _a
Dos Ríos	0.03433 _a
Ahuatepec	0.05100 _a
DMSH	0.1648

Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo con prueba Tukey a una $P \leq 0.05$.

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

ANT: Absorbancia de antocianinas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusión

Este presente estudio, permitió como objetivo principal analizar de los parámetros fisicoquímicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en la Sierra Nororiental de Puebla, en las distintas localidades donde se realizó la recolección de fruto de arándano para evaluar parámetros físicos y comparar parámetros químicos mediante un software que nos permitió comparar estadísticamente, donde se obtuvo una diferencia significativa mínima honesta entre las localidades de San Ambrosio, Atoluca, Dos Ríos y Ahuatepec, sin embargo estadísticamente se observó que la localidad de Dos Ríos en las variables evaluadas son las que tuvieron más deficiencia por otro lado se obtuvieron resultados que indican mejor calidad del fruto de arándano en la localidad de Ahuatepec esto quiere decir que en las demás localidades como San Ambrosio, Atoluca, Dos Ríos no muestran un buen manejo de la planta o también otro factor que llega influir son las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolla el cultivo de arándano los cuales pueden contribuir al crecimiento de la planta por lo que también influye para el fruto.

5.2 Aportaciones originales

Parámetros fisicoquímicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en la Sierra Nororiental de Puebla se analizaron, compararon para mejorar la calidad del fruto en las localidades de recolección, los cuales se observó mínimas diferencias que son ocasionadas por las condiciones edafoclimáticas.

5.3 Limitaciones del modelo planteado

Unas de las limitaciones presentadas fue la falta de frutos de arándano para realizar más pruebas de cada uno de los parámetros, debido a que la recolección de fruto fue un poco tardía del tiempo de cosecha.

5.4 Recomendaciones

Brinda la información obtenida a los agricultores en la sierra Nororiental de Puebla de los parámetros fisicoquímicos del fruto recolectado (*Vaccinium ashei* Reade), para mejorar la calidad del fruto de arándano en las zonas recolectadas.

Realizar la recolección del fruto en tiempo de cosecha para obtener fruto más variado.

CAPITULO VI

COMPETENCIAS

DESARROLLADAS

6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Durante la estancia en el instituto tecnológico superior de Teziutlán y la realización de proyecto se utilizaron y se desarrollaron las siguientes:

- Habilidad de trabajar de forma autónoma.
- Responsabilidad.
- Manejo de equipo y material en el laboratorio.
- Adaptabilidad al entorno donde se desarrolló el trabajo.
- Organización.
- Habilidad de buscar y analizar información de diversas fuentes confiables.
- Aplicación de conocimientos adquiridos de asignaturas de la carrera.

CAPITULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes de información

- Artedinamico. (s/f). *Que son los grados brix. Recuperado el 12 de octubre de 2023, de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo/ampliado/que-son-los-grados-brix>*.
- Amézquita Zegarra, G. (2022). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arándano (vaccinium corymbosum l.) bajo condiciones del Valle de Huarmey Ancash*.
- Atempan. (s. f.). <https://www.auditoriapuebla.gob.mx/sujetos-de-revision/informes/informes-individuales/itemlist/category/455-atempan>.
- AOAC. (1996). *Official Methods of Analysis of AOAC. International. William Horwitz (Ed.). AOAC International*.
- Beaudry, R. (1992). Blueberry quality characteristics and how they can be optimized. ResearchGate.
- Bernal, M. A. M. (2023). *Producción y exportación de arándano en México. ProducePay. Impulsando al Productor, de la Siembra a la Venta. <https://es.producepay.com/blog/produccion-y-exportacion-de-arandano-en-mexico/>*.
- Badui D. S. (2006). *Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, México*.
- Barbagelata, R., Fuentes, V., & Baschini, M. (2019). *Grados Brix (índice refractométrico): Concepto Fisicoquímico Aplicado a la Resolución de un Problema Agronómico. Industria & química, 11*.
- Burgos Aguilar, M. P., & Ibañez Ahuanari, E. A. (2016). *Optimización para la extracción de antocianinas en Vaccinium corymbosum L.(Arándano), Noviembre 2015*.
- 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.

- Benites García, K. J. (2019). *Efecto del tiempo de almacenamiento con anhídrido sulfuroso (SO₂) sobre el peso, recuento de mesófilos y sólidos solubles en arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. emerald*.
- Benites Ayón, L. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) con sustrato hidropónico en el Valle del Chira, Piura*.
- Bonilla Aparicio, M. E. (2014). *Aporte productivo, económico y social del sistema de traspatio para la seguridad alimentaria en tres municipios de la región "Sierra Nororiental" del estado de Puebla (Master's thesis)*.
- Casas Rodríguez, V. M. (2017). *Establecimiento preliminar de las condiciones agroclimáticas, zonas de adaptación y cultivares potenciales para el desarrollo del cultivo del arándano (Vaccinium corimbosum) en Colombia (Doctoral dissertation)*.
- Chilean Blueberry Committee J. (2022). <https://comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2022/04/Norma-de-Calidad-y-Condicion-Comite-de-Arandanos-V09-1>
- Campiña, L., & Campiña, L. (2020). *Puebla, primer lugar nacional en producción de blueberry orgánico. Revista la Campiña*.
- Céspedes, C. R. (2010). *Inter Sedes. Revista de las Sedes Regionales. Universidad de Costa Rica. Costa Rica*.
- Carbajo, M. S., Silva, J. L., Farías, M. F., Velazquez, P. D., Avila, A., & Torres Leal, G. J. (2010). *Evaluación de parámetros de calidad en variedades de arándanos (Vaccinium corymbosum L.) cosechadas en diferentes momentos en dos zonas productoras de Tucumán. In XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario*.
- Cabezas Vega, L. S. (2021). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de Arándano (Vaccinium corymbosum L.) orgánico bajo condiciones de Chinchipe, Ica*.

- Defilippi, B., Robledo, P., & Becerra, C. (2013). *Manejo de cosecha y poscosecha en arándano*. Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias–INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile.
- De La Rosa Reyna, X. F. (2022). *Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas*.
- Donde esta Atoluca Teziutlán, Puebla México. (s. f.). www.roadonmap.com.
<https://www.roadonmap.com/mx/donde-est%C3%A1/Atoluca,puebla>.
- EcuRed. (s. f.). *Atempan (México)*. ECURed.
[https://www.ecured.cu/Atempan_\(M%C3%A9xico\)](https://www.ecured.cu/Atempan_(M%C3%A9xico)).
- Defilippi, B., Rivera, S., Arriola, R. (2017). *Aspectos claves durante postcosecha para la obtención de un arándano de calidad. Unidad de Poscosecha - Centro Regional INIA La Platina. Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. pp. 121*.
- Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas, I. (2019). *Colegio de postgraduados. Colpos. Mx:8080*.
- Enríquez, F. (2009). *Efecto de las malezas y su control en el rendimiento de arándano O´Neal de nueve años de producción. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile*.
- Flores Riveros, L. D. (2019). *Rendimiento y calidad de 20 progenies de arándanos (Vaccinium corymbosum L.)*.
- Fiedler Montero, I. (2015). *Caracterización físico-químico y sistema de producción de arándano (Vaccinum Myrtillus L.) en Jalisco. México: Universidad de Guadalajara*.
- Figueroa, S.D., Guerrero, C.J. y Bensch,T.E.(2010). *Efecct of time to harvest and permanence in the orchard on postharvest quality in high blueberry (vaccinium corymbosum L.), cvs. Berkeley, Briggita Elliott during the season 2005- 2006. IDESIA. 28 (1): 79 – 84*.

- Flórez, Y. P. V., Morales, C. H., & Martínez, C.A. (2020). *Determinación del índice de madurez de los frutos de agraz Vaccinium Meridionale Swartz. IV Encuentro de Semilleros de Investigación, 36.*
- González, A., Ing, G., Gloria, C., Y Ing, M. (s/f). *Capítulo 1. Variedades de arándanos.*
- Giusti MM, Wrolstad RE. Unit F1.2: *Anthocyanins. Characterization and measurement with uv-visible spectroscopy.* In: Wrolstad RE editors. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry.* New York: John Wiley and Sons; 2001. p. 1-13.
- González, A., Riquelme, J., & Morales, C. G. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano.*
- Gaona-García, I. Alia-Tejacal, V. López-Martínez, M. Andrade-Rodríguez, M. T. Colinas-León, O. Villegas-Torres. (2008). *Caracterización de frutos de zapote mamey (Pouteria sapota) en el Suroeste del estado de Morelos Rev. Chapingo Ser. Hortic, 14: 41-47.*
- Giovannelli, N. M.-. C. (s. f.). *Atoluca. Nuestro Mexico.* <http://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Teziutlan/Atoluca/>.
- Giovannelli, N. M.-. C. (2023). *Ahuatepec. Nuestro Mexico.* <https://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Hueyapan/Ahuatepec/>.
- Garate Hernández, A. (2014). *Aplicación de tecnologías sustentables para el mejoramiento de la vivienda rural en el municipio de Teziutlán Edo. de Puebla (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).*
- García, C. (2003). *Crecimiento y desarrollo del Arándano. Simposio llevado a cabo en la Extension Educator for Horticultural & Marketing, Michigan, EEUU. Recuperado de https://docplayer.es/72324467-Crecimiento-y-desarrollo-del-arandano.html*
- González, Berdeja. A, Pérez .M, Escobar. H, Domínguez. P, Zaldívar. M, P. (2022). *Fertilización foliar orgánica en arándano variedad ojo de conejo en Hueyapan, puebla. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Benemérita*

Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México.

- Godoy, C. (2004). *Conservación de dos variedades de arándano alto en condiciones de frío convencional. Revista FCA UNCuyo, 36, 53-61.*
- Hernández Guiance, S. N., Marino, L., Isern, D. M., Coria, I. D., & Irurzun, I. M. (2019). *Flavonoides: aplicaciones medicinales e industriales. Invenio, 22.*
- INTAGRI. 2017. *Variedades Comerciales de Arándanos en el Mundo. Serie Frutillas Núm. 15. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.*
- Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/variedades-comerciales-de-arandanos-en-el-mundo> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.
- Irigoytia, B., Sosa, N., & Genevois, C. (2018). *Efecto de diferentes tratamientos de deshidratación sobre las propiedades físicas y nutricionales de subproductos de arándanos.*
- Lucho Martinez, V. H. (2022). *Estandarización de los parámetros tecnológicos en el procesamiento de vaccinium myrtillus "arandano azul" exportable en una empresa agroindustrial. Barranca.2020.*
- Leguízamo, J. A. C. (2021). *Fundamentos técnicos del cultivo del arándano (Vaccinium corymbosum L.) en la región central de Colombia (Vol. 43). Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC.*
- Loera, M.E. (2016). *Técnica de manejo y fisiología para la programación de cosechas en arándano (vaccinium spp). Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Campus montecillo. Postgrado de recursos genéticos y productividad fruticultura.*
- López, M.J. 2010. *Manejo del arándano y posibilidades de este cultivo en México. II Simposium Nacional de producción forzada en frutales. Colegio de Postgraduados. Estado de México, México. 110p.*

- López López, G. (2013). *Fertilización foliar orgánica y su relación con la cantidad de fruto en arándano azul tipo ojo de conejo (Vaccinium ashei Reade) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo).*
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., & Tuñón, M. J. (2002). *Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición hospitalaria, 17(6), 271-278.*
- Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., & López-Gúzman, G. G. (2017). *Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (19), 4075-4087.*
- Martínez Díaz, L. R. (2019). *Factibilidad para la implementación de un cultivo de arándano (Vaccinium Corymbosum L.) en la vereda Llano Verde del municipio de Umbita, Boyacá.*
- Moyano, M. B., Galvan, J., Rios De Gonzalez, L., & Paz, C. (2019). *Comercialización y competitividad del arándano argentino. Ediciones INTA.*
- Mesa P. (2015). *Algunos Aspectos De La Fenologia, El Crecimiento Y La Producción De Dos Cultivares De Arandano (Vaccinium Corymbosum L. X V. Darowii) Plantados En Guasca (Cundinamarca, Colombia). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad De Ciencias Básicas Y Aplicadas.*
- Muñoz-Vega, P., Serri, H., López, M. D., Faundez, M., & Palma, P. (2017). *Efecto de diferentes intensidades de poda sobre el rendimiento y calidad de fruta en arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Brigitta. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 33(3), 285-303.*
- Martínez C., L. 1996. *Detección de insectos plaga en blueberry (Vaccinium ashei Reade), en Zacatlán, Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 86 p.*
- Meléndez-Jácome, M. R., Flor-Romero, L. E., Sandoval-Pacheco, M. E., Vásquez-Castillo, W. A., & Racines-Oliva, M. A. (2021). *Vaccinium spp.: Características cariotípicas y filogenéticas, composición nutricional,*

condiciones edafoclimáticas, factores bióticos y microorganismos benéficos en la rizosfera. Scientia Agropecuaria, 12(1), 109-120.

- Molina, J. M. (1998). *Lepidópteros asociados al cultivo del arándano en Andalucía Occidental. Bol. San. Veg. Plagas, 24, 763-772.*
- Montoya Vizuete, S. N. (2022). *Elaboración de una bebida con actividad antioxidante a base de vaccinium shei reade (arándano azul), vitis vinífera (uva roja) e hibiscus sabdariffa (flor de jamaica) de origen ecuatoriano (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).*
- México PueblosAmerica. (2022, 19 noviembre). *Atoluca (Puebla) Teziutlán / PueblosAmerica. [mexico.PueblosAmerica.com. https://mexico.pueblosamerica.com/i/atoluca/](https://mexico.pueblosamerica.com/i/atoluca/)*
- Magallanes, J. L. M., Quijandria, F. G. F., & Donayre, J. C. (2022). *Reguladores vegetales y su acción sobre la agronomía en el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) en Ica-Perú. South Florida Journal of Development, 3(5), 6165-6170.*
- Moggia, C. 1991. *Aspectos de cosecha y postcosecha de arándanos. p. 80-92. En Arándano. Seminario Internacional Producción Comercial y Perspectivas Económicas. Universidad de Talca, Talca, Chile.*
- Ochoa, C. I., & Ayala, A. A. (2004). *Los flavonoides: apuntes generales y su aplicación en la industria de alimentos. Ingeniería y competitividad, 6(2), 64-74.*
- Ornelas, R.P., Tenorio, S.J., Guerrero, P.E., Diaz, R.J., Saavedra, G.L., Ramírez, G.J., Sanchez, A.A., Ruiz, A.A.(2022). *Panorama agroalimentario. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Edición 2022. 32-33 p https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/pag/2022/Panorama-Agroalimentario-2022*
- Orga Porras, J. (2021). *Manejo agronómico del cultivo de Arándano (Vaccinium corymbosum L.) en contenedores en Villacurí, Ica.*

- Pino, C. (2007). *Explicación del desarrollo vegetativo y característico físico químico del fruto del arándano (Vaccinium corymbosum L.) (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.*
- Pinedo Vidal, M. (2021). *Elaboración de un plan haccp para vaccinium myrtillus "arandanos" frescos con fines de exportación en la empresa visons, Cañete-2019.*
- Pinochet, O., Artacho, P. y Maraboli, A. (2014). *Manual de fertilización de arándanos cultivados en el Sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia (Chile). 78 p.*
- Panorama Agroalimentario (2021). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.* Benjamín Franklin 146, Colonia Escandón, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11800, Edición, 2021. Ciudad de México.
- Pesantes Arriola, G. C., & Tejada Ovalle, S. E. (2021). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (Vaccinium corymbosum).*
- Pedreros, A., P. Grau, M. Lagos, y C. Rebolledo. (2007). *Malezas en arándano. Tierra Adentro (75):35-37.*
- Quintana Reina, A. A. (2020). *Manual técnico y administrativo para la implementación de un cultivo de arándano (vaccinium corymbosum l.) en el altiplano cundiboyacense.*
- Retamales, J., & Hancock, J. (2012). *Blueberries. Massachusetts: Centre for Agricultural Bioscience International.*
- Rebolledo, C. (2013). *Establecimiento del arándano. In Undurraga, P. y Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.*
- Rubio, JC; García, G; Ciordia, M; *Situación actual del cultivo del arándano en el mundo.2010. Tecnología Agroalimentaria - n.º 12.*

- Romero, I., Marti-Anders, C., Escribano, M. I., Merodio, C., & Sánchez Ballesta, M. T. (2022). *Análisis de los parámetros de calidad de arándanos procedentes de diferentes puntos de venta*.
- Sejuro Benavente, V., Quispe Infa, S. M., & Zegarra Laura, F. M. (2017). *Propuesta para implementar una empresa de mermeladas en base al fruto arándano con fines de exportación*.
- Sinelli, N. Spinardi, A., Di Egidio, V., Mignani, I. y Casiraghi, E. (2008). *Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (vaccinium corymbosum L.) by near and mid – infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology. 50: 31 – 36*.
- SIAP. (2021). *Panorama agroalimentario 2021. Gobierno de México. Pp 42-43*.
- Tapia Ochoa, J. J. (2022). *Evaluación de bioestimulantes microbianos comerciales en el rendimiento y calidad del Arándano "Vaccinium Corymbosum" Cv. Biloxi en Huaral*.
- Undurraga, Pablo. Vargas, Sidgrid. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). 2013. *Manual de arándano Boletín INIA N°263. Pablo Undurraga*.
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de Frutilla*.
- Valverde, M. A. V., Hurtado, C. D., & Rodas, C. F. R. (2022). *Panorama cuantitativo de la biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 19(1), 79-91*.
- Williamson, J., Y Lyrene, P. (2004). *Guía para el Cultivo de los Arándanos en Florida. Seminolecountyfl.gov*
- Webmaster. (2019, 10 agosto). *Antecedentes históricos - I.T.S.T. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. <https://teziutlan.tecnm.mx/index.php/antecedentes-historicos/>*
- Yang, W. Q.; Goulart, B. L.; Demchak, K.; Li, Y. (2002). *Interactive effects of mycorrhizal inoculation and organic soil amendments on nitrogen acquisition and growth of highbush blueberry. Journal of American Society for Horticultural Science 127:742-748*.

- Zapata, L. M., Heredia, A. M., Quinteros, C. F., Malleret, A. D., Clemente, G., & Cárcel, J. A. (2014). *Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. Ciencia, docencia y tecnología, (49), 166-192.*

CAPITULO VIII

ANEXOS

8.1 Anexos de fotografías de las actividades desarrolladas

Figura 12. *Recolección del fruto de arándano en la localidad de San Ambrosio.*



Figura 13. *Área de cultivo San Ambrosio.*



Figura 14. *Recolección del fruto en la localidad de Atoluca.*



Figura 15. *Área de cultivo Atoluca.*



Figura 16. *Recolección del fruto en la localidad de Dos Ríos.*



Figura 17. *Medición de Diámetro polar y ecuatorial.*



Figura 18. *Peso del fruto de arándano.*

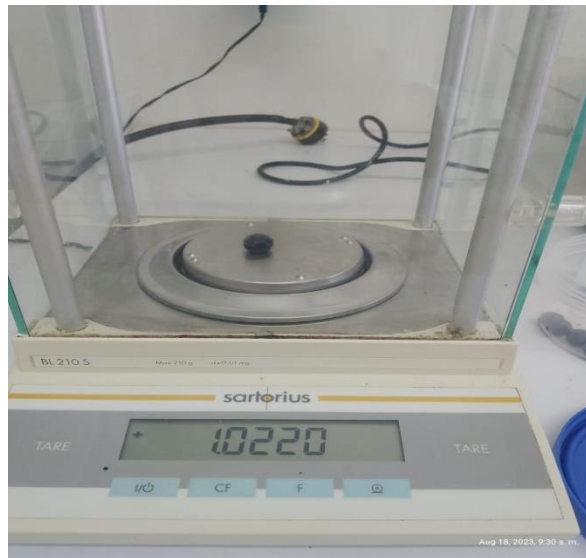


Figura 19. *Obtención de sólidos solubles (Grados brix).*



Figura 20. Toma de pH del fruto de arándano en pulpa.



Figura 21. Resultados de acidez titulable.

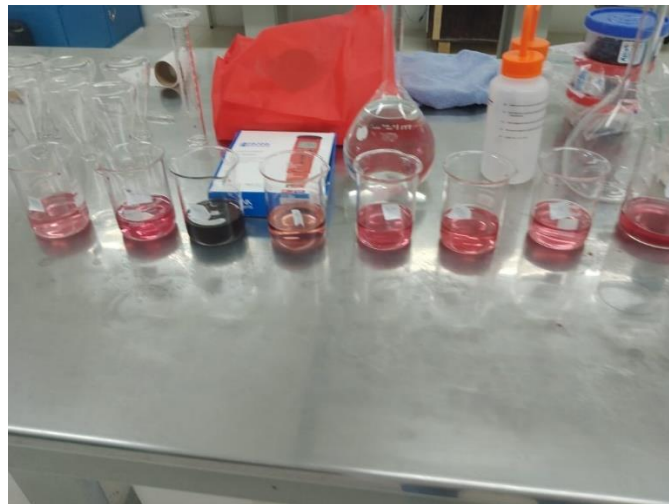


Figura 22. Filtración para la obtención de antocianinas.



Figura 23. Agitación de muestras para la obtención de antocianinas.



8.2 Preparación de solución buffer

Para la solución buffer se pesó 1.86 gramos de cloruro de potasio una vez pesado se agregó 980 ml de agua desionizada en un matraz para aforar.

Una vez obtenida la solución, con ácido clorhídrico o con agua destilada se baja su pH a 1.5 agregándole el ácido clorhídrico o ya sea agua destilada con una pipeta cuidadosamente. Con la solución de hidróxido de sodio de la misma manera se agrega ácido clorhídrico o agua destilada para subir o bajar pH a 4.5.

8.3 Índice de figuras

FIGURA 1. LOCALIDADES PERTENECIENTES EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA	15
FIGURA 2. PUDRICIÓN RADICULAR	30
FIGURA 3. ARMILARIOSIS	31
FIGURA 4. ENFERMEDAD DE CANCROSIS DEL TALLO	32
FIGURA 5. ANÓMALA SP	32
FIGURA 6. PESO DE ARÁNDANO	53
FIGURA 7. MEDICIÓN DE DIÁMETRO POLAR Y ECUATORIAL DEL FRUTO DE ARÁNDANO	53
FIGURA 8. LECTURA DE GRADOS BRIX	54
FIGURA 9. PESO DEL HIDRÓXIDO DE SODIO	55
FIGURA 10. TITULACIÓN DEL FRUTO DE ARÁNDANO	55
FIGURA 11. MUESTRA REPOSADA INTRODUCIDA AL ESPECTROFOTÓMETRO	56
FIGURA 12. RECOLECCIÓN DEL FRUTO DE ARÁNDANO EN LA LOCALIDAD DE SAN AMBROSIO	81
FIGURA 13. ÁREA DE CULTIVO SAN AMBROSIO	81
FIGURA 14. RECOLECCIÓN DEL FRUTO EN LA LOCALIDAD DE ATOLUCA	82
FIGURA 15. ÁREA DE CULTIVO ATOLUCA	82
FIGURA 16. RECOLECCIÓN DEL FRUTO EN LA LOCALIDAD DE DOS RÍOS	83
FIGURA 17. MEDICIÓN DE DIÁMETRO POLAR Y ECUATORIAL	83
FIGURA 18. PESO DEL FRUTO DE ARÁNDANO	84
FIGURA 19. OBTENCIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX)	84
FIGURA 20. TOMA DE PH DEL FRUTO DE ARÁNDANO EN PULPA	85
FIGURA 21. RESULTADOS DE ACIDEZ TITULABLE	85
FIGURA 22. FILTRACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS	86
FIGURA 23. AGITACIÓN DE MUESTRAS PARA LA OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS	86

8.4 Índice de tablas

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES.	11
TABLA 2. TAXONOMÍA DEL ARÁNDANO	22
TABLAS 3. ESTRUCTURAS SOLDADAS DE LA FLOR	24
TABLAS 4. CARACTERÍSTICAS DE ARÁNDANO.....	35
TABLA 5. CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL ARÁNDANO	39
TABLA 6. CONTENIDO DE VITAMINAS EN EL ARÁNDANO	40
TABLA 7. CONTENIDO DE MINERALES EN EL ARÁNDANO	40
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE RECOLECCIÓN DEL FRUTO ARÁNDANO.	46
TABLA 9. EQUIPOS Y MATERIALES.....	52
TABLA 10. DIÁMETRO POLAR, DIÁMETRO ECUATORIAL, FORMA Y PESO EN FRUTOS DE ARÁNDANO VARIEDAD OJO DE CONEJO EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA	59
TABLA 11. PH Y SOLIDOS SOLUBLES TOTALES EN FRUTOS DE ARÁNDANO VARIEDAD OJO DE CONEJO EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA	60
TABLA 12. ÍNDICE DE MADUREZ Y ACIDEZ TITULABLE EN FRUTOS DE ARÁNDANO VARIEDAD OJO DE CONEJO EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA	61
TABLA 13. ABSORBANCIA DE ANTOCIANINAS EN LOS FRUTOS DE ARÁNDANOS VARIEDAD OJO DE CONEJO EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA.	63

LICENCIA DE USO OTORGADA POR Karem Monserrat Mendez Abad, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en la calle Prol. Ricardo Plores Magón, Colonia la Quinta en la ciudad de Altotonga, Veracruz, en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor(a) de la tesis denominada "Evaluación de parámetros fisicoquímicos del fruto de arándano (*Vaccinium ashei* Reade) en la Sierra Nororiental de Puebla" en adelante "LA OBRA" quien para todos los fines del presente documento se denominará "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", a favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, la cual se registrá por las cláusulas siguientes:

PRIMERA -OBJETO: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de "LA OBRA", para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de "LA OBRA" en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (en red), mensaje de datos o similar, conocido o por conocerse.

CUARTA - EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán; por lo tanto, "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" conserva los derechos patrimoniales y morales de "LA OBRA", objeto del presente documento.

QUINTA - CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" es el(la) único(a), primigenio(a) y perpetuo(a) titular de los derechos morales sobre "LA OBRA"; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA - AUTORÍA: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" manifiesta ser el(la) único(a) titular de los derechos de autor que derivan de "LA OBRA" y declara que el material objeto del presente fue realizado por él(ella), sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el(la) único(a) responsable. Dado en la Ciudad de Teziutlán, Puebla, a los treinta y un día del mes enero de 2024.

"EL(LA) AUTOR(A) Y/O
EL(LA) TITULAR",



Karem Monserrat Mendez Abad
Nombre y Firma

"EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN"



Arminda Juárez Arroyo
Directora General
Nombre, Firma y Sello

INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN
DIRECCIÓN GENERAL



Asunto: **Asignación de Asesor(a), Comisión Revisora, Entrega de Trabajo Profesional y Dictamen**

Teziutlán, Puebla, **15/enero/2024**

Asesor(a): **ELIZABETH LIBREROS SIMON**
Integrante de Comisión Revisora: **JULIETA DEL CARMEN VILLALOBOS ESPINOSA**
Integrante de Comisión Revisora: **DULCE MARIA HERNANDEZ DEGANTE**
Presentes

Por este medio me permito informar que ha sido asignado como asesor(a) y comisión revisora del trabajo profesional que se convertirá en Tesis de:

Alumno(a): **MENDEZ ABAD KAREM MONSERRAT**
Apellido paterno/materno/nombre (s)
Número de Control: **19TE0453** Licenciatura o Posgrado: **INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**
Plan: **2010** Correo Electrónico: **L19TE0453@TEZIUTLAN.TECNM.MX**
Cuyo tema es: **EVALUACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL FRUTO DE ARANDANO (VACCINIUM ASHEI READE) EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA**

25 palabras (máximo)

Se ha enviado a su correo institucional el trabajo profesional o de grado, por lo cual la comisión revisora tendrá 5 días hábiles para realizar las observaciones al alumnado, el(la) interesado(a) tendrá igualmente **5 días** para corregir y las enviará al correo electrónico institucional de la comisión revisora, agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de licenciatura o de posgrado de nuestro alumnado egresado.

Dictamen de Comisión Revisora, Aprobación de Impresión o Grabación y Autorización para subirla al Repositorio del TecNM

Siendo el día: 06 de febrero de 2024 se reunieron los miembros de la comisión para revisar el trabajo asignado y una vez analizado se decidió liberarlo y aprobarlo para su grabación y programación de examen profesional.

ELIZABETH LIBREROS SIMON

Nombre y Firma del(la) Asesor(a)

DULCE MARIA HERNANDEZ DEGANTE

Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
GOBIERNO DEL ESTADO
S.E.P.

JULIETA DEL CARMEN VILLALOBOS ESPINOSA

Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora

MYRIAM SANCHEZ PEREZ

Subdirección Académica

R08/06/2023

Folio:50

INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN
SUBDIRECCIÓN
ACADÉMICA

F-SAC-18



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe:

KAREM MONSERRAT

MENDEZ

ABAD

Con Número de
Control **19TE0453**

Perteneciente al
Programa **INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**
Educativo

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el
producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL FRUTO DE ARÁNDANO (VACCINIUM
ASHEI READE) EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA**

Correspondiente al periodo:

AGOSTO-DICIEMBRE 2023

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

M.C. ELIZABETH LIBREROS SIMÓN

ATENTAMENTE



KAREM MONSERRAT MENDEZ ABAD

Nombre y firma

Fecha de emisión: **06/02/2024**
c.c.p. Subdirección Académica