



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO
TEMAPACHE**

**TITULACIÓN
TESIS PROFESIONAL**

**EVALUACION FISICOQUIMICA DEL AGUACATE
VARIEDAD CHOQUETTE (Persea Americana Miller)
ENCERADO COMO METODO PARA PROLONGAR
SU VIDA UTIL.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA:

DANIEL CÁRDENAS CRUZ

DIRECTOR DE TESIS

M. C. PASCUAL HERNANDEZ BAUTISTA

CO. DIRECTOR DE TESIS

MC. REYNOL FERNÁNDEZ AGUILAR

XOYOTITLA, ÁLAMO TEMAPACHE, VER. A 13 DE MAYO DEL 2022

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi mamá, Anastasia Cruz Ramírez.

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.

¡Gracias por darme la vida!

A ti Papa, Jacinto Cárdenas Hernández.

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para alcanzar esta meta. Por todos los buenos consejos.

A Isa y Rossy

Por su apoyo incondicional, paciencia, cariño y amor. Por llegar en el momento indicado y darle ese sentido a todo, dejándome formar parte de sus vidas y poder demostrarles un ejemplo a seguir.

A mi Hermana Vicky y a mí cuñado Marco

Por qué siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; y por su apoyo incondicional.

A mis sobrinos, Toño y Saira.

Que ven en mí un ejemplo a seguir y por siempre estar ahí brindándome su cariño.

A mis Familiares.

Gracias a todos mis familiares que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo, ustedes saben quiénes son.

A mis maestros.

Gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada gracias a **Dios** por darme esta vida y a **unos padres** tan maravillosos ya que sin ellos este logro no hubiera sido posible. Al apoyo incondicional en mi desarrollo profesional y humano. Mis viejitos gracias por todos sus consejos y palabras de aliento que me motivaran alcanzar esta meta.

Un agradecimiento especial a mi Jefe de carrera y maestro **MC. Pascual Hernández Bautista**, por confiar en mí y permitirme ser parte de su equipo de investigación, por su apoyo incondicional y diario, en el desarrollo de esta tesis, por tener esa paciencia y no dudar de mi persona.

Gracias a el **MC. Reynol Fernández Aguilar** por ayudarme en el análisis y corrección de mi proyecto, por la confianza.

Gracias a la **MT. Jacqueline Pérez Ramírez** por siempre estar al pendiente del proyecto y confiar en mí.

Un agradecimiento a **los productores** del huerto de la comunidad de Tierra Amarilla municipio de Álamo Temapache, Veracruz.

He concluido una etapa de mi vida en la cual han estado presentes y me han guiado distintas personas, a las cuales quiero agradecer por haber participado de una u otra forma en este trabajo:

A mis familiares: por su apoyo, paciencia y preocupación en el desarrollo de esta tesis y en mi desarrollo como persona.

¡Gracias!

RESUMEN

A nivel mundial, México es el principal productor de aguacate: en 2012 concentró 30.19% de la producción mundial, seguido de Indonesia y de República Dominicana (6.75% y 6.65% respectivamente) (FAOSTAT, 2016), lo que resalta el peso que tiene México en la producción de aguacate y su papel como país fijador de precios. En México la producción de aguacate ha crecido de manera importante en los últimos años, entre 2002 y 2015 la tasa de crecimiento promedio anual fue del 4.2%, mientras que entre 2011 y 2015 el crecimiento promedio fue del 8.7% (SIAP, 2016). A mayo de 2017, se obtuvo una producción de aguacate superior a 760 mil toneladas, 10.3% más que la obtenida al mismo mes del año anterior, debido a incrementos en la superficie sembrada y cosechada a esa fecha..

El aguacate posee valiosas propiedades alimenticias por su alto contenido de aceite (de 7 a 25%), y proteínas (de 3 a 4%), además de hidratos de carbono, vitaminas y minerales, por lo cual se considera una de las frutas más nutritivas. (Rodríguez, 1982)

Las enfermedades pos cosecha ocupan un lugar importante en el grupo de enfermedades del aguacate, representando un serio problema para la comercialización de fruta. El factor común de estas enfermedades, es que aparecen cuando el fruto comienza su ablandamiento. De esta forma, los síntomas visibles se presentan cuando los frutos se encuentran en el mercado de consumo. El uso de recubrimientos comestibles es una tecnología de gran importancia para prolongar la vida útil de frutas frescas, debido a que actúan como una barrera contra la pérdida de humedad. La pérdida de agua, disminuye la firmeza y peso lo que provoca algunos cambios en el sabor y apariencia.

Las características fisiológicas y físico químicas de los aguacates (*Persea americana* Mill. Variedad Choquette) cultivado cerca de la localidad de Tierra Amarilla son desconocidas, es por ello que el objetivo de esta investigación es evaluar químicamente la aplicación de recubrimientos en aguacate variedad Choquette para prolongar su vida útil.

Dentro de los parámetros fisiológicos evaluados se determinaron: la pérdida fisiológica de peso, también se valoraron las características fisicoquímicas, como el color a través de la

medida de los parámetros triestímulos L^* , a^* , y b^* , firmeza, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable y pH.

ABSTRACT

Worldwide, Mexico is the main producer of avocado: in 2012 it concentrated 30.19% of world production, followed by Indonesia and the Dominican Republic (6.75% and 6.65% respectively) (FAOSTAT, 2016), which highlights the weight that Mexico has in avocado production and its role as a price-setting country. In Mexico, avocado production has grown significantly in recent years, between 2002 and 2015 the average annual growth rate was 4.2%, while between In 2011 and 2015, the average growth 8.7% (SIAP, 2016). As of May 2017, an avocado production of more than 760 thousand tons was obtained, 10.3% more than that obtained in the same month of the previous year, due to increases in the area planted and harvested on that date.

The avocado has valuable nutritional properties due to its high content of oil (from 7 to 25%), and proteins (from 3 to 4%), in addition to carbohydrates, vitamins and minerals, for which it is considered one of the most nutritious. (Rodríguez, 1982)

Post-harvest diseases occupy an important place in the group of avocado diseases, representing a serious problem for fruit marketing. The common factor of these diseases is that they appear when the fruit begins to soften. In this way, the visible symptoms appear when the fruits are in the consumer market. The use of edible coatings is a technology of great importance to prolong the shelf life of fresh fruits, since they act as a barrier against moisture loss. The loss of water decreases firmness and weight, which causes some changes in taste and appearance.

The physiological and physical-chemical characteristics of avocados (*Persea americana* Mill. Variety Choquette) grown near the town of Tierra Amarilla are unknown, which is why the objective of this research is to chemically evaluate the application of coatings on avocado variety Choquette to prolong its useful life.

Within the physiological parameters evaluated, the following were determined: physiological weight loss, physicochemical characteristics were also assessed, such as color

through the measurement of the tristimulus parameters L^* , a^* , and b^* , firmness, total soluble solids (TSS), total titratable acidity and pH.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE REACTIVOS	xi
INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES.....	14
1.1 Origen y distribución.....	14
1.2 Taxonomía	15
1.3 Descripción botánica.....	16
1.4 Grupos Ecológicos	19
1.5 Variedades.....	20
1.6 Temporada del aguacate.....	25
1.7 Producción de aguacate.....	26
1.8 Entidades federativas con mayor producción nacional.....	27
1.9 Importancia nutrimental	28
1.10 Crecimiento y maduración	30
1.11 Desarrollo bioquímico.....	30
1.12 Consideraciones para el control de plagas y enfermedades	31
1.12.1 Thrips	31
1.12.2 Araña roja.....	32
1.12.3 Barrenador de las ramas	32
1.12.4 Perforador del fruto	33
1.12.5 Barrenador de las ramas	33
1.12.6 Perforador del fruto	34
1.12.7 Minador de la hoja	34
1.12.8 Barrenador pequeño del hueso del aguacate	35
1.12.9 Mosca blanca.....	35

1.12.10	Taladrador de la semilla (<i>Heilipusluari</i> Boh) (Coleoptera: Curculionidae)	
	<i>Heilipuspithieri</i> (Barber)	36
1.12.11	Periquito (<i>Metcalfiella monograma</i>)	36
1.12.12	Chinche de encaje (<i>Asista perseae</i>)	37
1.12.13	Mosca verde (<i>Aethalionquadratum</i>)	37
1.12.14	Agalla (<i>Triozaanceps</i>)	37
1.12.15	Gusano confetti (<i>Phyrropygechalybea</i>)	37
1.12.16	Gusano arrollador de la hoja(<i>Platynotaspp</i>)	37
1.12.17	Gusano telarañero (<i>Gracilariaperseae</i>)	38
1.12.18	Ácaros-Arañuela roja (<i>Tetranychustelarius</i>)	38
1.12.19	Cochinillas	38
1.12.20	Arañitas rojas (<i>Oligonychussp; tetranychusurticae</i>)Acarina: Tetranychidae	38
1.12.21	Pulgones (<i>Aphisgossypi</i>).....	38
1.12.22	Trips del Aguacate	39
1.13	Cosecha	39
1.14	Condiciones de almacén.....	40
2.	JUSTIFICACIÓN	41
3.	OBJETIVOS	41
3.1	Objetivo general	41
3.2	Objetivos específicos	41
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
4.1.	Materia prima	42
4.2.	Reactivos	42
4.3.	Materiales.....	42
4.4.	Metodología	43
4.4.1.	Aplicación de la cera Carnauba.....	43
4.4.2.	Diagrama general de la metodología para el desarrollo de la investigación.	44
4.4.3.	Descripción del diagrama de proceso.....	45
4.4.4.	Variables de respuesta analizadas	45
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
5.1	Resultados de las muestras realizadas en el ángulo h° de la cáscara.....	47
5.1	Resultados de las muestras realizadas en el ángulo h° de la pulpa de los aguacates.....	49

5.2	Efecto de la acidez	50
5.3	Pérdida de peso	50
5.4	Efecto en la firmeza de la cascara	51
5.5	Efecto en la firmeza de la pulpa	52
5.6	Efecto de °Brix en pulpa de aguacates	52
5.7	Efecto del pH en pulpa de aguacates.....	53
6.	CONCLUSIONES	55
7.	RECOMEDACIONES	56
8.	BIBLIOGRAFÍA	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Taxonomía del aguacate.....	15
Tabla 1.2	Caracterización de algunas variedades de aguacates.....	25
Tabla 1.3	Principales países productores de aguacate.....	26
TABLA 1.4	Producción de aguacate 2016-2017.....	28
Tabla 1.5	Composición nutrimental del aguacate.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Distribución del aguacate en el mundo después de la conquista.....	15
Figura 1.2	Árbol de variedad Choquette.....	16
Figura 1.3	Comportamiento de las flores tipo A y B del aguacate	19
Figura 1.4	Centro de origen de las tres razas de aguacates	20
Figura 1.5	Método de recolección.....	40
Figura 4.1	Metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación.....	44
Figura 5.1	Análisis del ángulo h° en cascara de aguacates	48
Figura 5.2	Análisis del ángulo h° en pulpa de aguacates.....	49
Figura 5.3	Análisis de la acidez del jugo de aguacate.....	50

Figura 5.4 Análisis en la pérdida de peso en los aguacates.....	51
Figura 5.5 Análisis en los sólidos solubles en las muestras de aguacates.....	53
Figura 5.6 Análisis del pH en las muestras de los aguacates.....	54

INDICE DE REACTIVOS

CO₂: Dióxido de carbono

NaOH: Hidróxido de Sodio

INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill, pertenece al Reino Plantae, división Magnoliophyta, de la clase Magnoliopsida, orden Laurales, familia Lauraceae. En la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies, la mayoría se encuentran desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia*) hasta Chile (*Persea lingue*). Además, se cree que se produce una excepción de raza *Persea* en las Islas Canarias (España) y probablemente otras en el sur de Asia. Este género se divide en dos subgéneros: *Persea* y *Eriodaphne*, cuya principal forma de distinción, se establece por la pubescencia de la cara interior de los sépalos; *Persea* tiene ambas caras pubescentes y en *Eriodaphne* la cara interna es sin pubescencia, con la excepción de *Persea pallida*, *Persea rigens* y *Persea cinerascens*. El aguacate cuya especie es *Persea americana* Mill se conoce como de los verdaderos aguacates y que son de un tamaño mayor que los del otro subgénero. (TÉLIZ, 2000)

El aguacate (*Persea americana* Mill), es una fruta muy apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave similar a la de la mantequilla, su exquisito sabor, su alto valor nutritivo y por sus amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria sino en procesos industriales. Se estima que contiene un fuerte componente vitamínico (A, C y E), además de extraordinarias propiedades para eliminar el colesterol, por contener lipoproteínas de baja densidad. A su vez, su consumo evita el riesgo de desarrollar arteriosclerosis, previenen el cancer y enfermedades cardovasculares. (Sandoval Aldana , Forero Longas , & Garcia Lozano , 2010)

Infortunadamente, la vida útil del aguacate esta condicionada por muchos factores, entre los cuales, es importante destacar el crecimiento de hongos (Gonzales Cuello, Perez Mendoza, & Gelvez Ordoñez, 2017), ya que las perdidas post- cosecha pueden llegar a ser de mas del 80 %, si no se emplean las medidas adecuadas.

La vida útil del aguacate resulta ser de tres a cuatro semanas, cuando es almacenado en condiciones de humedad y temperaturas adecuadas. Varias técnicas han sido utilizadas, con el fin de extender la vida útil del aguacate, aunque algunas pueden presentar inconvenientes; por ejemplo, la refrigeración, si bien retrasa la maduración y prolonga la

vida útil, el frío prolongado conlleva a una descomposición y daño del fruto (MA, ZHANG, BHANDARI, & GAO, 2017).

(Cerdas, Montero, M, & Somarribas, 2014) señalan que existe una relación entre los índices de madurez de cosecha y la calidad poscosecha de los frutos. Actualmente, se utilizan indicadores de madurez de cosecha como longitud y diámetro de los frutos, presencia o ausencia de brillo en la cáscara, color de la cáscara, tiempo de desarrollo del fruto, número de días restantes para alcanzar la madurez, respiración y producción de etileno, firmeza de la pulpa, materia seca y contenido de aceite, entre otros.

En los aguacates, se ha estudiado la estabilidad oxidativa, la vida útil post cosecha, la inducción de resistencia por aplicación combinada de aceite de tomillo y recubrimientos comestibles.

1. ANTECEDENTES

1.1 Origen y distribución

México es el centro de origen del aguacate (*Persea americana* Miller). La evidencia más antigua del consumo de esta fruta data de 10,000 años a. C. en una cueva localizada en Coxcatlán, Puebla. El origen del aguacate tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México, y partes altas de Guatemala. Esta misma región está incluida en lo que se conoce como Mesoamérica, y también es considerada como el área donde se llevó a cabo la domesticación de este fruto (Leonel Lavaire, 2013).

La palabra aguacate proviene de la lengua azteca «náhuatl» en la que para designar este fruto hacían un símil, ya que por su forma y posición en el árbol lo comparaban a un testículo usando la palabra ahuacatl. Su nombre en inglés, avocado, deriva de la palabra en español abogado, una adaptación de la palabra azteca ahuacatl, que se convirtió en avocat en francés y advokaat en holandés. El nombre inca de palta aún se utiliza en Perú, Ecuador y Chile (Bernal, y otros, 2015).

En la época colonial los españoles introdujeron el aguacate a otros países americanos y a Europa (Figura 1.1). A finales del siglo XIX y principios del XX el consumo de aguacate estuvo basado en la producción de plantas de las razas mexicanas y antillana. Posteriormente con la adopción de técnicas de propagación como el injerto y con el descubrimiento del aguacate “Fuerte” comenzó el establecimiento de las primeras huertas. En las décadas de los 50, 60 y 70’s comienza el cultivo de las variedades Hass, Fuerte, Bacon, Rincón, Zutano y criollos raza mexicana. (Sanchez Colin, Mijares Oviedo, Lopez Lopez, & Barrietos Priego)

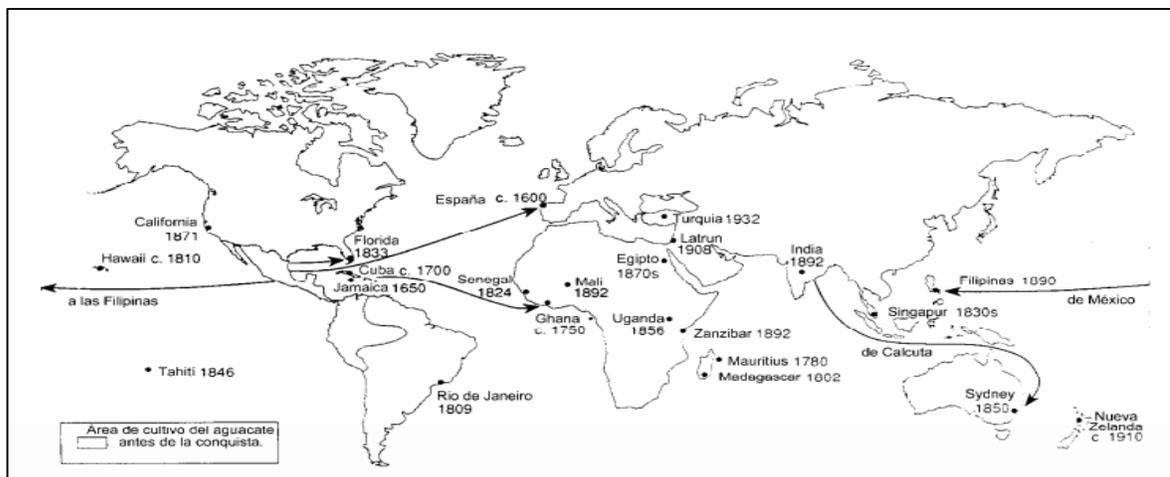


Figura 1.1 Distribución del aguacate en el mundo después de la conquista (Gonzales Cuello, Perez Mendoza, & Gelvez Ordoñez, 2017)

Actualmente se satisface el 100% de los requerimientos nacionales con producción interna, asimismo, las importaciones mundiales han aumentado 171.97 % en la última década, lo que ha generado un incremento en las exportaciones mexicanas principalmente con destino a Estados Unidos, Japón y Canadá.

1.2 Taxonomía

En la tabla 1.1 se muestra la clasificación taxonómica del aguacate (Martinez Piña, 2015).

Tabla 1.1 Taxonomía del aguacate

Reino:	Vegetal.
División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Subclase:	Dipétala
Orden:	ranales
Familia:	Lauraceae
Género:	Persea
Especie:	americana Miller

Fuente: (Martinez Piña, 2015)

1.3 Descripción botánica

El aguacate es un árbol cuyo crecimiento y desarrollo es variado que en condiciones naturales puede sobrepasar los 10 m de altura, con una copa amplia, cuyo diámetro puede sobrepasar 25 m en un árbol adulto, en la figura 1.2 se muestra un árbol joven de variedad Choquette aprox.5 años de vida (Rodríguez, 1992).



Figura 1.2 Árbol de variedad Choquette

Describiendo los caracteres botánicos se consideran: hojas, tallo, ramas, raíces, flores y fruto.

➤ Hojas.

Sus hojas son simples y enteras. De forma elíptica y alargada y nervadura pinnada (de pluma). La inserción en el tallo es peciolada. Cuando es joven presenta un color rojizo (contenido de pigmentos en las vacuolas) y una epidermis pubescente; al llegar a la madurez estas hojas se tornan lisas, coriáceas y de un verde intenso y oscuro. La hoja adulta tiene una dimensión aproximada de 15cm de largo por 6cm de ancho (Rodríguez, 1992)

➤ Tallo.

El tallo es un tronco cilíndrico, erecto, leñoso, ramificado, con una corteza áspera y a veces surcada longitudinalmente. La copa, de ramas extendidas, es de forma globosa y acampanada (Martínez Piña, 2015).

➤ Ramas.

El aguacate es sensible a las quemaduras provocadas por el sol y su susceptibilidad es variable según las variedades. Las ramas son abundantes, generalmente son delgadas y frágiles, por lo que se pueden romper al cargar muchos frutos y por la acción del viento (Rodríguez, 1992).

➤ Raíces.

Las raíces son superficiales dependiendo de la variedad, suelo y otras condiciones de producción. La profundidad alcanzada puede ser de 1 a 1.5 m, en suelos sueltos es mayor. La raíz del aguacate se caracteriza por tener muy pocos pelos radicales, y la absorción de agua y nutrientes se realiza principalmente en las puntas de las raíces a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a las asfixias y ataques de hongos que pudren los tejidos (Rodríguez, 1992).

➤ Fruto.

El fruto es una baya que posee un pericarpio (delegado, grueso o quebradizo), un mesocarpio carnoso (con un porcentaje de grasa que varía de 5 a 30%) y el “hueso” (protección seminal).

Su forma es variada, pudiendo ser piriforme, esférica u ovalada. El color también varía: verde, violáceo o rojizo. El peso del fruto que diferentes según el tipo ecológico, oscilando de 50 gramos a 2.5 kg (Rodríguez, 1992).

➤ Semilla.

La semilla es grande y puede tener varias formas así: oblata, esferoide, elipsoide, ovada, ovada ancha, cordiforme, de base aplanada con el ápice redondo, de base aplanada con el ápice cónico y otros; con dos envolturas muy pegadas (Rodríguez, 1992).

➤ Flor.

El tipo de floración en aguacate es importante para el establecimiento de una plantación comercial. La planta produce miles de flores, sin embargo, el número de flores que se fecundan y producen frutos es muy bajo. Generalmente no sobrepasa el cinco por ciento. La flor del aguacate, aunque físicamente tiene los dos sexos en la misma flor, en la práctica funciona como una flor dioica, o como flor masculina cuando está liberando polen, o como femenina al estar dispuesta a recibir polen de otra planta, aunque existen algunas variedades que se auto polinizan eficientemente como son algunas selecciones criollas. En la (Figura 1.3) se muestra la clasificación de acuerdo a su floración, grupo A y grupo B y en su mayoría, son polinizadas por insectos especialmente las abejas (CATALAGO DE VARIDADES DE AGUACATE, 2018).

- Grupo A: Las variedades de este tipo abren sus flores por la mañana, comportándose como femeninas, ya que sólo reciben polen de otras plantas, se cierran al mediodía y se vuelven abrir hasta por la tarde del día siguiente; comportándose entonces, como masculinas, porque no están en condiciones de recibir polen; únicamente lo liberan para otras plantas.
- Grupo B: Las variedades de este grupo funcionan contrarias al grupo A, abren sus flores por la tarde comportándose, como masculinas(sólo liberan polen), se cierran al medio día y abren nuevamente sus flores hasta por la tarde del día siguiente, comportándose entonces como femeninas, pues sólo reciben polen para ser fecundadas (CATALAGO DE VARIDADES DE AGUACATE, 2018).

PERIODO DE TIEMPO		GRUPO FLORAL	
		A	B
PRIMER DÍA	MAÑANA		
	TARDE		
	NOCHE		
SEGUNDO DÍA	MAÑANA		
	TARDE		
	NOCHE		

Figura 1.3 Comportamiento de las flores tipo A y B del aguacate. (CATALAGO DE VARIDADES DE AGUACATE, 2018)

1.4 Grupos Ecológicos

El aguacate es una especie que tiene su origen en tres grupos o razas: mexicana, guatemalteca y Antillana. Cada una posee características raciales propias que le permite la adaptación a diversas zonas, además, son indicativas de algunas propiedades químicas y características físicas de los frutos como sabor y color (Lucero Pulido & Navarro Ainza, 2013).

Las diferencias fisiológicas entre las tres razas estriban en la época de madurez, tamaño de la fruta, textura, sabor, contenido de aceite, tolerancia a enfermedades, características de almacenamiento, clima y tolerancia al frío. Los cultivares mexicanos se adaptan mejor en climas templados que en tropicales o subtropicales y son los de mayor tolerancia al frío con respecto a las demás razas. Los cultivares de la raza antillana son los que mejor se adaptan a las condiciones tropicales de tierras bajas con alta temperatura y humedad. Los cultivares

guatemaltecos se encuentran en el punto intermedio entre estas dos razas con respecto a la adaptación climática. Los cultivares mexicanos producen un tipo de fruto pequeño (85 a 340 g) con una gruesa cáscara, lisa y brillante, mientras la raza guatemalteca tiene un fruto grande (340 a 560 g) con cáscara gruesa y rugosa (1.6 mm de grosor). Los frutos de la raza antillana, se encuentran en el tamaño intermedio y la cáscara es generalmente lisa, flexible y textura dura. Los frutos de la raza mexicana maduran más temprano que la antillana. La raza guatemalteca y sus híbridos son los que maduran más tardíamente (Tlapa Rangel, 1999).

Los aguacates cultivados en México corresponden a los grupos ecológicos: Mexicano (originario de los valles de México con altitud de 1500 y 2000 msnm), Guatemalteco (entre 500 y 1000 msnm), Antillano (menor a los 500 msnm) (Tlapa Rangel, 1999).

1.5 Variedades

Se reconocen tres razas de aguacate; Mexicana, Guatemalteca y Antillana. La clasificación botánica de estas tres razas ha sido variada, algunos indican a la raza Mexicana como una especie por separado; *Persea drymifolia* (Kopp, 1966), otros como Williams (1977) clasificó a la raza Guatemalteca como *Persea nubigena* var. *Guatemalensis*, sin embargo, actualmente se consideran a las tres razas dentro de la especie *Persea americana* Mill. El posible lugar de origen de estas razas se muestra en la figura (1.4).



Figura 1.4 Centro de origen de las tres variedades de aguacate. (Rodríguez, 1982)

1.5.1 Raza mexicana

Persea americana var. *Drymifolia*, originaria de las tierras altas de la zona Central de México. La pulpa contiene muy baja cantidad de fibra, alto contenido de grasa (llegando a un 30 %) y bajo azúcar (2 %), y su sabor es a nuez típico de esta raza. Los frutos son de tonalidades verde claro, pero algunas variedades presentan coloraciones rojas, moradas o casi negras. Dentro de las variedades o cultivares de la raza mexicana están: Mexicola, Puebla, Duke, Gottfried, Zutano, Bacon y Topa-topa (Estadística, 2015).

1.5.2 Raza guatemalteca

Persea americana variedad *Guatemalensis*, originaria de las tierras altas de Guatemala. Los frutos son de forma esférica, ovalada o piriforme; su color es verde opaco, hasta morado oscuro cuando están maduros; los frutos pueden ser medianos y grandes. La calidad de la pulpa y su contenido de grasa del 20 % superan a la de la raza antillana. El período transcurrido entre la floración y la cosecha puede durar hasta 15 meses, y después de que se han sazonado los frutos (madurez fisiológica), el árbol los retiene hasta por seis meses, ya que estos no se caen fácilmente, como en otras razas. Algunas de las variedades o cultivares pertenecientes a esta raza son: Hass, Lamb-Hass, Hass Carmen, Reed, Edranol, Itzama, Nabal, Linda, Pinkerton y Mayapan (Estadística, 2015).

- ✓ Hass: Es el principal cultivar del mundo, llegando a aportar el 80 % de los aguacates que se consumen, debido a la alta calidad de su pulpa, a su mayor productividad, a su madurez más tardía y a la capacidad de almacenamiento por periodos relativamente largos (Estadística, 2015).

- ✓ Edranol: Presenta árboles erectos, vigorosos, fácilmente propagables y con buena resistencia al frío. Su hábito de fructificación es variable, pero con muy buena carga de frutos. El fruto es piriforme, de cuello largo, tamaño mediano a grande, de 255 a 500 gramos. El color de la cáscara es verde oscuro, aun cuando esté maduro; ligeramente rugosa y corchosa, medianamente brillante, delgada para ser guatemalteca, por lo que es muy fácil de pelar; la pulpa es de buena calidad, de

color amarillo con sabor agradable a nuez, mantequillosa con un 15 a 18 % de contenido de aceite y semilla pequeña (Estadística, 2015).

1.5.3 Raza antillana

La raza antillana, *Persea americana* var. *Americana*, es un árbol originario de las selvas de las tierras bajas, cálidas y húmedas de Centroamérica, donde existe una estación lluviosa corta. Por su parte, una de las principales características de esta raza es el gran tamaño de sus frutos, que pueden ser de 250 a 2.500 gramos de peso, de formas ovaladas, redondas o piriformes; son de corteza brillante tersa o correosa, flexible, delgada, no granular de color verde, verde amarillento, verde brillante, amarillo rojizo, rojo, morado o negro y con pulpa muy baja en grasa (5 a 15 %) y alta en azúcar (5 %). Dentro de las variedades o cultivares de esta raza se tienen: Butler, Fuchs, fucsia, Hulumanu, Lorena, Peterson, Pinelli, Pollock, Ruehle, Russell, Simmonds, Trapp, Villacampa, Waldin, común o criollo, venezolano y Curumaní. (Estadística, 2015).

- ✓ **Lorena:** Esta variedad fue originada hacia el año 1957 en la finca Lorena, ubicada en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, posiblemente a partir de una selección de la variedad antillana Trapp. Es una variedad que se comporta muy bien a bajas y medianas alturas, llegando a 1.500 msnm. Esta variedad está bastante difundida en zonas medias y cálidas, con muy buen mercado y gran aceptación por el consumidor, por su sabor característico y la calidad de la pulpa. Los frutos son de forma alargada, ligeramente oblicuos, de tamaño grande; alcanzan pesos de 400 a 600 gramos y miden 14,69 cm de largo por 9,13 cm de ancho; la corteza es lisa, lustrosa, con abundante punteado o lenticelas (Estadística, 2015).
- ✓ **Común o criollo:** Tiene diferentes nombres, dependiendo de su forma, color y sitio de producción. Algunos tipos de este aguacate son de excelente producción, presentación y sabor; pero en general, la calidad del aguacate común es muy irregular y normalmente tiene un alto contenido de fibra, semilla muy grande, producción tardía y árboles de porte muy alto, que dificultan su cosecha. Sin embargo, es necesario seleccionar y reproducir los mejores tipos para preservar esta riqueza natural, por cuanto están siendo desplazados por las variedades de híbridos mejorados (Estadística, 2015).

1.5.4 Híbridos

Dado que el aguacate es una planta que presenta una alta polinización cruzada, existe una gran facilidad para la obtención de híbridos con variedades de distintas razas; es así como se obtuvieron híbridos entre la raza mexicana y guatemalteca y entre esta y la antillana, dando como resultado variedades con mayor adaptación que la de sus progenitores (Estadística, 2015).

1.5.4.1 Cultivares híbridos de aguacate de la raza mexicana x guatemalteca

Los híbridos obtenidos entre estas dos razas combinan características de los mexicanos, como la resistencia al frío, con el tamaño y la cantidad de fruto de los guatemaltecos, dando como resultado frutos de tamaño medio y épocas de maduración que tienden a ser intermedias. Algunos de los cultivares híbridos obtenidos del cruce de estas dos razas son: 135-15, 135-20, 135-21, 135-27, 143-61, Ardith, Bacon, Colin-V33, Ettinger, fuerte, Lamb/Hass, Lula, Ryan, Sharwil y Whitsell (Estadística, 2015).

- ✓Fuerte: Es un árbol precoz y de porte bajo, originario de Atlixco, Puebla (México). Su nombre se debe a que sobrevivió a la severa helada del invierno de 1913, por lo que fue bautizado como «fuerte». Resiste el frío y fue uno de los materiales de aguacate más cultivados en el mundo, hasta la aparición del Hass. Es un cultivar auto fértil, pero es mejor polinizarlo con las variedades Ettinger, Hass o Puebla; es sensible a los excesos de calor o frío durante la floración y fructificación. La copa de este cultivar es ancha, con muy buenas producciones, pero tiene la tendencia a presentar alternancia, llegando en ocasiones a presentar dos a tres cosechas reducidas. El fruto es piriforme u oblongo, con un cuello largo, angosto a redondo, de tamaño mediano a grande, con un peso de 170 a 500 gramos y 10 a 12 centímetros de largo (Estadística, 2015).

1.5.4.2 Cultivares híbridos de aguacate de las razas guatemalteca x antillana

Los híbridos obtenidos entre estas dos razas combinan características de los guatemaltecos, tales como la resistencia al frío, con el tamaño de los antillanos; como resultado de la combinación, se obtienen frutos de tamaño intermedio entre el de sus padres; la época de

maduración también tiende a ser intermedia. Dentro de las variedades de aguacates híbridos guatemalteco x antillano, se tiene: Booth 1, Booth 5, Booth 7, Booth 8, Choquette, Collinred, Collinson, Dorotea, Falrchild, Fuchs-20, Galo, Gema, Gripiña, Hall, Hayes, Herman, Hickson, Monroe, Nesbit, Semil 44, Semil 23, Semil 34, Semil 43, Simpson, Trinidad, Wislowson y Santana.

- ✓Booth 8: Proviene de una semilla de polinización libre de un tipo guatemalteco, probablemente cruzado con un antillano. Además del Booth 8, se obtuvieron otros híbridos de similares características como el Booth 1, Booth 5 y Booth 7, entre otros. El fruto es oblongo ovado, con el ápice redondeado y con inserción asimétrica del pedicelo, de cáscara color verde mate, gruesa y levemente rugosa; su peso oscila entre 400 y 500 gramos, es de excelente calidad.
- ✓Choquette: Esta variedad, a pesar de ser un híbrido guatemalteco x antillano, ha demostrado gran adaptación en todos los climas. Sus frutos son grandes, de 510 a 1.100 gramos, de forma oval a esférica, cáscara casi lisa y lustrosa, correosa, de color verde claro a verde oscuro, brillante en la madurez; la pulpa es amarilla, el contenido de grasa es del 8 al 13 % y 1,55 % de fibra, de buena calidad, aunque algo insípida.
- ✓Trinidad: Es una variedad líder para el desarrollo del cultivo del aguacate para zonas medias y cálidas del país, por su buena adaptación, excelente producción y gran aceptación en el mercado. Es una variedad tardía, con una duración de 10 a 12 meses entre antesis (apertura floral) y la producción, y es posible conseguir dos cosechas por año, lo que permite su oferta en tiempos de baja producción, logrando así mejores precios. Los frutos de Trinidad son de color verde oscuro, de forma ovoide, de base ancha, de tamaño grande, hasta 560 gramos de peso, con un contenido de grasa del 13 al 15 % y 2,19 % de fibra. El color de la pulpa es verde claro, matizado, de textura fina y resistente y de muy buen sabor.
- ✓Santana: Existe un reporte de esta variedad como originada a partir de semillas de Zutano en California, EUA, por lo que no se conoce a qué raza pertenece; sin embargo, por preceder de semillas de Zutano, presenta un gran porcentaje de genes mexicanos. No se sabe con certeza si la variedad Santana reportada en California es la misma que se cultiva en zonas del trópico colombiano, especialmente en el clima medio del Eje Cafetero; por poseer características de adaptación a tales condiciones,

se cree que el material encontrado en Colombia es un híbrido de guatemalteco por antillano. Es un árbol vigoroso, de hábito vertical, bien desarrollado, de copa bien formada y equilibrada. El fruto es de buena calidad; se asemeja bastante al de la variedad Zutano, pero es un poco más grande; la corteza se desprende con facilidad, de forma piriforme, simétrico; su contenido de grasa es del 4,8 %, con un peso comprendido entre 670 y 700 gramos (Estadística, 2015).

1.6 Temporada del aguacate

En la tabla (1.2) se muestra las características de algunas variedades de aguacates. Las épocas de cosecha dependerán de la variedad y de la zona, siendo para la variedad Choquette en la floración de los meses diciembre, enero y febrero, observando que la cosecha es de septiembre a noviembre. Las variedades de la raza antillana o de zona baja, en los meses de mayo a septiembre.

Tabla 1.2 Caracterización de algunas variedades de aguacates.

VARIEDAD	RAZA x	GRUPO FLORAL y	FLORACIO N	COSECHA	TIPOS DE VARIEDA D
Benick	G	A	Nov/Dic	Abr/May/Jun	Precoz
Campos azules	A	B	Nov/Dic	Abr/May/Jun	Precoz
Choquette	G X A	A	Dic/Ene/Feb	Sep/Oct/Nov	Tardía
Corn island 1	A	B	Nov/Dic	May/Jun	Precoz
Corn island 2	A	B	Nov/Dic	May/Jun	Precoz
Kukra hill	A	B	Nov/Dic	May/Jun	Precoz
Masatepe	A	B	Nov/Dic	May/Jun/Jul	Precoz
Nadal	G	B	Dic/Ene/Feb/ Mar	Jul/Ago/Sep	Intermedia
Ramírez	A	B	Nov/Dic	May/Jun	Precoz
Simpson	G X A	B	Nov/Dic	Jul/Ago/Sep	Intermedia
Ticomo	A	A	Nov/Dic	Abr/May	Precoz
x = RAZA A= Antillano G= Guatemalteco M= Mexicano					
y = GRUPO FLORAL A= Tipo A B=Tipo B					

Fuente: (CATALAGO DE VARIDADES DE AGUACATE, 2018)

1.7 Producción de aguacate

México es el mayor productor de aguacate a nivel mundial, cuenta con una superficie establecida de 151,022 hectáreas, de la cual el 74 % se encuentra en el estado de Michoacán. De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero, el rendimiento promedio nacional en 2012 fue de 10.1 toneladas/ha y un precio de \$12,619.17 por tonelada. (Lucero Pulido & Navarro Ainza, 2013)

En el período 1996-2009 (TABLA 1.3), la producción mundial registró una tasa media de crecimiento anual de 3.95% al alcanzar 3.8 millones de toneladas en 2009. Chile y República Dominicana registraron las tasas de crecimiento más dinámicas con 14% y 4.9%, respectivamente. México registró la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 3.0% en dicho periodo, siendo el mayor productor y participando en 2009 con 32% de la producción mundial (ECONOMÍA, 2012).

Tabla 1.3 Principales países productores de aguacate.

Principales países productores de aguacate, 1996 – 2009 (Miles de toneladas)													
Concepto	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Part. % 2009	TMCA (%) 1996 2009
México	838	907	904	901	905	987	1022	1134	1143	1125	1231	32.0 %	3.0%
Chile	60	98	110	140	140	160	160	205	260	331	328	5.2%	14.0%
Estados Unidos	173	217	203	181	212	163	283	247	193	116	269	6.4%	3.4%
Indonesia	143	146	142	238	256	222	228	239	202	225	258	6.3%	4.6%
Colombia	114	132	137	143	163	171	172	192	194	184	184	5.0%	3.8%
Brasil	81	86	154	174	157	171	169	164	154	147	139	4.3%	4.3%
Rep. Dominicana	100	82	111	148	274	219	114	216	183	187	184	4.8%	4.8%
Subtotal	1509	1668	1797	1924	2106	2092	2147	2398	2329	2315	2593	64.0 %	4.3%
Otros	821	1038	1051	1086	1123	1157	1320	1251	1319	1240	1261	36.0 %	3.4%
Total mundial	2330	2706	2848	3011	3229	3249	3467	3650	3648	3555	3854	100 %	3.9%

Fuente: (FAOSTAT, 2015)

En el contexto internacional para el año 2013, México destaca como el principal productor de aguacate con 1.5 millones de toneladas. Resaltan también República Dominicana, Colombia, Perú e Indonesia como importantes productores (FAOSTAT, 2015), No obstante, durante los meses de mayo, junio y julio de 2016 se observaron incrementos importantes en su precio, lo que sin duda ha afectado el ingreso de los consumidores mexicanos o ha limitado sus posibilidades de consumo. En el 2015 se obtuvieron en total un millón 624 mil toneladas de aguacate, en tanto que hasta julio del 2016 la producción alcanzó las 986 mil toneladas. (SIAP, 2016B)

La producción de aguacate en México permite abastecer al mercado nacional y generar excedentes de exportación. En 2014, las exportaciones realizadas alcanzaron casi 1.6 mil millones de dólares (1,599, 141, 329), con un volumen de producción de 746 mil toneladas. Estados Unidos fue el destino del 81.9% de las exportaciones, Japón (7.0%), Canadá (4.8%), Costa Rica (1.3%) y El Salvador (1.3%), estos países representan alrededor del 96% del total de las exportaciones. En lo que respecta a las importaciones realizadas procedentes de Estados Unidos, estas alcanzaron los 91 mil dólares, con un volumen de producción de 73 toneladas (SE, 2015).

1.8 Entidades federativas con mayor producción nacional.

En la última década la producción nacional de aguacate ha tenido un comportamiento positivo. En los últimos diez años, el total de la producción superó los 12 millones de toneladas (SIAP, 2014).

En México el aguacate es el quinto frutal más producido solo después del café, la naranja, el mango y el limón, con una superficie cosechada de 153, 770 ha, una producción de 1, 520, 694 t y un valor de producción de \$20, 715, 986 (SIAP, 2014).

Es producido en 26 estados de la República, destacando Michoacán y Jalisco con 118, 606 y 10, 827 ha cosechadas respectivamente. Con más de 1000 ha se encuentra el Estado de México, Nayarit, Morelos, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Chiapas con, 5, 841 ha, 4, 211 ha, 3,405 ha, 2,804 ha, 2,180 ha, 1, 025 ha y 1, 022 ha cosechadas respectivamente (SIAP, 2014).

En la (tabla 1.4) se observa la producción de aguacate a nivel nacional en el año 2016 y 2017.

TABLA 1.4 Producción de aguacate 2016-2017

Producción de aguacate 2016-2017				
Entidad federativa	2016	2017	Valoración% 2017/2016	Participación % 2017
Nacional	1502	1566	4.3	100
Michoacán	1193	1230	3.1	78.6
Jalisco	90	81	24.6	7.2
México	85	32	-4.4	5.2
Morelos	30	27	5.9	2.0
Nayarit	28	22	-4.9	1.7
Guerrero	21	13	2.8	1.4
Puebla	14	11	-4.0	0.9
Yucatán	7	10	45.2	0.6
Chiapas	7	8	17.8	0.5
Oaxaca	6	7	11.0	0.4
Veracruz	4	6	46.0	0.4
Colima	4	5	24.9	0.3
Otros	4	4	0.7	0.3

Fuente: (SIAP, 2014)

1.9 Importancia nutrimental

El aguacate es un alimento que puede ser consumido en fresco, garantizando la ingesta total de sus nutrientes; evitando la pérdida de vitaminas, y la desnaturalización de las proteínas, que habitualmente sufren la mayoría de los alimentos durante su procesamiento y cocción (Ortega, 2003).

Éste aporta prácticamente todas las vitaminas requeridas por el organismo; a excepción de la vitamina B12, presente solo en el reino animal. Destacándose dentro de las hidrosolubles el importante porcentaje de ácido ascórbico (14mg/100g de pulpa), que potencializa el poder antioxidante de los tocoferoles presentes en la vitamina E. El aporte de las vitaminas liposolubles es suficiente en cantidad, sin la presencia de colesterol y con un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados (Ortega, 2003).

La proteína y el aceite presentes, son de gran valor nutrimental, ya que la proteína tiene presentes en su amino grama, siete de los aminoácidos esenciales (Isoleucina, leucina, licina, metionina, fenil alanina, treonina, triptófano y valina), de igual manera en el perfil

cromatográfico del aceite, encontramos presentes los ácidos grasos esenciales (oleico, linoleico y linolenico), además de la vitamina E, importante antioxidante, para el aceite e inhibidora de radicales libres. Estos compuestos denominados ácidos grasos y aminoácidos esenciales, no pueden ser sintetizados por el organismo y deben de ser incluidos en la dieta en forma regular (Ortega, 2003).

Por lo anterior se puede afirmar que el aguacate fresco es un excelente alimento, rico en nutrientes, ya que los contiene tanto en cantidad, calidad y un armónico balance que permite su óptimo aprovechamiento, en la (tabla 1.5) se muestra la composición nutrimental del aguacate. (Ortega, 2003).

Tabla 1.5 Composición nutrimental del aguacate.

Fibra	0.4 gr.
Kilocalorías	181 kg.
Hidratos de carbono	5.9 gr
Proteínas	18 gr.
Grasas totales	18.4 gr.
Colesterol	0
Minerales	
Calcio	24 mg.
Hierro	0.5 mg.
Magnesio	0.45 mg.
Sodio	4 mg.
Potasio	604 mg.
Zinc	0.42 mg.
Vitaminas	
Retinona (A)	17 mg.
Tiamina	.10 mg.
Riboflavlina	.10 mg.
Niacina	1.8 mg
Vitamina C	15 mg
Aceites	
Ácidos grasos saturados	3.0 gr.
Monoinsaturados (oleicos)	8.0 gr.
Polinsaturados (inoleicos)	2.0 gr.

Fuente: (Rodríguez, 1992)

1.10 Crecimiento y maduración

Los mitos de aguacate tienden a continuar con su crecimiento mientras están adheridos al árbol y las diferencias en tamaño entre variedades de aguacate se determinan mejor por división celular que por alargamiento celular. El patrón respiratorio del aguacate es similar en todas las etapas de su desarrollo; sin embargo, el máximo climatérico aparece tempranamente. Un rasgo importante del patrón climatérico de respiración en todas las variedades de aguacate es la caída seguida de la respiración después del corte y la rápida elevación del pico; este periodo va de 7 a 13 días en diferentes variedades (Tlapa Rangel, 1999).

Los frutos de aguacate son climatéricos por exhibir altos niveles de producción de etileno. La respiración se divide en tres estados: el mínimo corresponde al pre climatérico; seguido del máximo climatérico; y del estado pos climatérico, caracterizado por una disminución en la respiración. Para que se presente la maduración del fruto debe desprenderse del árbol, ya que existe un inhibidor natural de la maduración del aguacate, que puede continuar sus efectos después de las subsecuentes 24 h. de haberse cosechado (KADER, 1986)

Durante la maduración se tienen cambios físicos y químicos que contribuyen para que el fruto logre características de textura, color, sabor y aromas típicos de un fruto para ser consumido. La maduración del aguacate se inicia probablemente por la producción endógena de etileno (Tlapa Rangel, 1999).

La síntesis máxima de etileno durante la maduración se encuentra entre 100 a 700 ppm. Los cambios durante el proceso de maduración ocurren durante el repentino incremento en la respiración entre el mínimo pre climatérico y el pico climatérico (Tlapa Rangel, 1999).

1.11 Desarrollo bioquímico

El manejo del aguacate durante y después de la cosecha debe ser cuidadoso para garantizar al consumidor la calidad e inocuidad de la fruta que ellos requieren, los operarios que laboran en el campo y en la planta empacadora deben conocer bien el producto, sus

atributos de calidad y los principales defectos, así como la tolerancia de los mismos para que no sean considerados factores de rechazo.

Es básico recordar que el aguacate es un fruto CLIMATERICO, es decir después de cosechado el fruto continua los procesos de maduración (incremento de azúcares, reducción de acidez, cambio de color, etc); en segundo lugar, es muy susceptible al daño por frío, lo que significa que durante el almacenamiento el fruto puede sufrir una descomposición fisiológica, sin embargo, se pueden realizar manejos que mitigan éstos daños.

Después de que el fruto se ha cosechado, al ser un tejido vivo respira, es decir, consume oxígeno y produce dióxido de carbono (CO₂). Por lo tanto, el fruto madura después de la cosecha, en una primera etapa hay una tasa respiratoria muy baja produciéndose poco CO₂, a medida que madura, tiene un gran aumento de la respiración. Al mismo tiempo, el fruto produce una fitohormona denominada etileno su tasa de producción posterior a la cosecha y mientras madura el fruto, sigue el mismo patrón que la respiración.

1.12 Consideraciones para el control de plagas y enfermedades

Las plagas en cualquier cultivo se dan principalmente por desequilibrios ecológicos, que el mismo hombre, en la mayoría de los casos ha propiciado. Por lo tanto, se debe procurar no realizar ninguna aplicación sin conocer realmente si existe una plaga y qué tipo de plaga es. Para esto, se debe aplicar un Manejo Integrado de Plagas, el cual consiste en monitoreo constante, si existiera algún ataque, se debe valorar la opción de enemigos naturales, uso de agentes biológicos y en último caso la aplicación de un agroquímico específico para la plaga identificada, buscando siempre la opción de más bajo impacto ambiental. (Zumbado, 2009)

1.12.1 Thrips

Descripción:

Esta araña roja (*Oligonychuspunicae*) (*Oligonychusersea*) (Acarina: Tetranychidae) es un ácaro de color café rojizo, apenas perceptible a simple vista, se localiza en colonias succionando la savia, principalmente a lo largo de las nervaduras por el haz de las hojas ya zonas donde teje una sutil tela para evitar su caída.

Daños:

El daño comienza con puntos rojizos que se distribuyen e incrementan por toda la hoja hasta llegar a ocasionar un bronceado total. Cuando se descuidan cultivos, la plaga puede atacar retoños, flores, el envés de las hojas y frutos en formación; localizándose durante todo el año, pero con mayor incidencia en las temporadas secas. Forma colonias por el envés de las hojas y a los lados; en el haz se producen manchas amarillentas. Se presenta en la época seca. Se combate con acaricidas convencionales solo si el daño es muy severo. (SAGARPA, 2018)

1.12.2 Araña roja

Descripción:

La araña blanca (*Oligonychushomonychuserseae*) el ácaro adulto es de color blanco a cristalino verdoso; se hospeda en el haz de las hojas de cualquier edad, principalmente a lo largo de las nervaduras laterales de donde se alimenta succionando savia, se protege con una seda y forma numerosas colonias que dan origen a puntos de tejidos muertos obstruyendo así la fotosíntesis.

Daños:

Los daños se caracterizan porque las hojas presentan puntos de color verde claro, que se tornan amarillo rojizo y por último café oscuro. Los árboles infestados pueden presentar defoliación, debilitamiento general y en consecuencia tienden a ser raquíuticos con frutos poco desarrollados y escasos; se presenta todo el año, pero con mayor severidad en la época de verano. (SAGARPA, 2018)

1.12.3 Barrenador de las ramas

Descripción:

El adulto del barrenador (*Copturus aguacate*) es un picudo negro-rojizo de 4 mm a 5 mm de longitud, la hembra hace orificios en las ramas terminales y expuestas a los rayos del sol, colocando un huevecillo por un orificio. Al nacer la larva se alimenta de la madera hasta llegar a la médula, partiendo las galerías en un desplazamiento paralelo a los tejidos y continúan barrenando hasta el momento en que inicia la pupación.

Daño:

En ramas gruesas y troncos las larvas no penetran más de 2 cm de profundidad en un área de daño no mayor de 4 cm². Gran cantidad de ramas afectadas se defolian y tiran la flor y en caso de tener frutos, se rompen por el peso impidiendo su completo desarrollo. Se presentan dos generaciones de adultos al año, la primera a inicios de verano y la segunda a principios de invierno. (SAGARPA, 2018)

1.12.4 Perforador del fruto

Descripción:

El insecto del barrenador (*Stenomacatenifer*) es una palomilla; las hembras ponen sus huevos cerca de los frutos.

Daños:

Las larvas que nacen barrenan la cáscara y el hueso del fruto en desarrollo, ocasionando la caída prematura del mismo y si el fruto llega a la madurez no tiene valor comercial.

Control

Para su combate, se recomiendan aplicaciones mensuales de insecticida, a partir del momento en que el fruto está recién cuajado con carbaril (Sevín 85 %). También es muy importante recoger los frutos caídos, destruirlos y quemarlos. (SAGARPA, 2018)

1.12.5 Barrenador de las ramas

Daño:

Esta especie (*Copturomimusperseae* Gunthe) taladra el tronco, ramas y crecimientos nuevos. El ataque se manifiesta por la presencia de aserrín blanco fuera del orificio que producen. Esta plaga puede provocar la muerte del árbol.

Control

Cuando la plaga se presenta, se combate mediante la poda de las ramas afectadas, las cuales deben ser quemadas; después, se debe aplicar en los cortes una pasta que contenga fungicida e insecticida para prevenir el ataque de hongos e insectos, que puede ser la

siguiente: sulfato de cobre (1 parte), cal (6 partes), agua (4 partes), y aceite agrícola (1 parte). (SAGARPA, 2018)

1.12.6 Perforador del fruto

Descripción:

El insecto del barrenador (*Stenomacatenifer*) es una palomilla; las hembras ponen sus huevos cerca de los frutos.

Daños:

Las larvas que nacen barrenan la cáscara y el hueso del fruto en desarrollo, ocasionando la caída prematura del mismo y si el fruto llega a la madurez no tiene valor comercial.

Control

Para su combate, se recomiendan aplicaciones mensuales de insecticida, a partir del momento en que el fruto está recién cuajado con carbaril (Sevín 85 %). También es muy importante recoger los frutos caídos, destruirlos y quemarlos. Cuando el tronco tiene pocas perforaciones, puede aplicarse algún insecticida puro como un piretroide, como Nuvacron en las perforaciones. (SAGARPA, 2018)

1.12.7 Minador de la hoja

Descripción

El adulto del minador de la hoja (*Gracillariaperseae*) es una palomilla de color gris plateado de 3 mm a 4 mm de longitud. Las hembras ponen sus huevecillos en el envés de las hojas nuevas, las larvas se localizan haciendo galerías en la epidermis, al terminar su estado larvario dobla la hoja y pupa ahí mismo.

Daño

La plaga ataca el follaje a cualquier altura del árbol, pero inicialmente el daño es más intenso en las ramas pegadas al suelo; rara vez causa defoliación prematura; en frutos puede hacer galerías superficiales que afectan su aspecto. (SAGARPA, 2018)

1.12.8 Barrenador pequeño del hueso del aguacate

Descripción:

El barrenador del hueso del aguacate (*Conotrachelus perseae*) es un picudo que en su estado adulto es de color café oscuro de 5 mm de longitud. Deposita sus huevecillos preferentemente en la mitad inferior del árbol y en la parte basal de frutos pequeños y medianos.

Daños:

Al nacer la larva se introduce en el fruto hasta llegar al hueso del que se alimentan destruyéndolo por completo, provocando la caída de los frutos, que posteriormente abandona para pupar en el suelo de donde emerge el adulto en forma de un picudo que se alimenta del follaje del árbol. En general, se ha definido la presencia de dos generaciones completas al año, pudiendo llegar a tres cuando las condiciones le son muy favorables por lo que los adultos se localizan casi siempre. (SAGARPA, 2018)

1.12.9 Mosca blanca

Descripción

El adulto de la mosca blanca (*Tetraleurodes* spp.) es una mosquita de color blanco cremoso de 1 mm de tamaño, los huevecillos del insecto son depositados por las hembras en forma aislada en el envés de las hojas, las ninfas son de color amarillo claro al principio y posteriormente se tornan de color oscuro.

Daños

Las ninfas y adultos se posan en el envés de las hojas tiernas y se alimentan succionando la savia; en ataques fuertes, las hojas se debilitan y el árbol se desarrolla raquíticamente; los daños se presentan generalmente en las ramas bajas, por ser aquí donde encuentran mejores condiciones de temperatura, humedad y ventilación. Indirectamente con la secreción de su mielecilla contribuyen a la aparición de fumagina en los tallos hojas y frutos. (SAGARPA, 2018)

1.12.10 Taladrador de la semilla (*Heilipusluari* Boh) (Coleoptera: Curculionidae) *Heilipus pithieri* (Barber)

Descripción

El adulto perfora la cáscara del fruto en donde deposita los huevos. Al nacer las larvas se introducen en la semilla de la cual se alimentan durante todo el estado larvario.

Daño

Si el fruto es atacado cuando está pequeño se cae; si el ataque sobreviene cuando el fruto es adulto, no se cae, pero con frecuencia se pudre debido al ataque secundario de microorganismos. El insecto adulto se alimenta de brotes, hojas y frutos. La hembra al ovipositar, deja en el fruto una excoriación con la forma de media luna que la diferencia de otras plagas. Es un típico picudo que barrena el fruto en su estado de larva.

Control

Una forma de control cultural consiste en recoger todos los frutos pequeños que caen al suelo y enterrarlos colocando una capa de 40 cm de tierra encima y si es posible rociar algún insecticida. Además, se recomienda el control preventivo atomizando el fruto pequeño y el follaje cada 22 días con los siguientes insecticidas: Acetato (Orthene 75 % PS, 250 g/100 l) o endosulfan (Thiodán 35 % CE, 2 ml/l). Las aplicaciones deben ser suspendidas 22 días antes de la cosecha. (SAGARPA, 2018)

1.12.11 Periquito (*Metcalfiella monograma*)

Descripción:

El insecto en su estado de larva adulta tiene la apariencia de una chinche de color rojo.

Daños:

La hembra al ovipositar, ocasiona daños en hojas y brotes; en los estados juveniles las incisiones deterioran el follaje y ramas jóvenes que luego se secan y mueren. (SAGARPA, 2018)

1.12.12 Chinche de encaje (*Asista perseae*)

El aparato succionador del insecto, además de extraer savia, provoca daños en los tejidos superficiales de las hojas. (Santiago, 2008)

1.12.13 Mosca verde (*Aethalionquadratum*)

Ataca únicamente el follaje (nunca el fruto), mediante la extracción de savia de las ramas jóvenes. (Santiago, 2008)

1.12.14 Agalla (*Triozaanceps*)

La ninfa segrega un líquido tóxico que produce en las células de las hojas la formación de una agalla característica, que es una cápsula en la cara superior de la hoja, primero de color verde y luego de color parduzco a café. La ninfa se encuentra en su interior alimentándose de savia. (Santiago, 2008)

1.12.15 Gusano confetti (*Phyropygechalybea*)

Este insecto ataca principalmente las hojas ocasionando perforaciones en todo el follaje. En ataques intensos induce a defoliaciones que inciden en la producción de los frutos; las perforaciones tienen un aspecto de confeti en las hojas. (Santiago, 2008)

1.12.16 Gusano arrollador de la hoja (*Platynotasp*)

Es una larva color verde claro que adhiere una hoja nueva con otra. Raspa la epidermis inferior de las hojas y produce su desecación que se puede extender a todo el follaje. El control se realiza con insecticidas, cuando se inicia el brote de renuevos foliares; se puede utilizar el oxidemeton-metil (*Metasystax*) o el triclorfon (*Dipterex*) (Santiago, 2008)

1.12.17 Gusano telarañero (*Gracilariaperseae*)

Esta palomilla ataca hojas, frutos y flores, el insecto produce una telaraña característica que enrolla a las hojas; además roe los tejidos dejando las nervaduras al descubierto; en frutos también lesiona la epidermis. (Santiago, 2008)

1.12.18 Ácaros-Arañuela roja (*Tetranychus telarius*)

Es muy común en el cultivo de aguacate y es también muy corriente en los demás frutales y hortalizas. Esta arañuela teje una fina tela que cubre los órganos de la planta y que sirve de refugio y sostén, tiene cuatro pares de patas, es ovíparo y deposita una gran cantidad de huevos en la cara posterior de las hojas, originando muchas generaciones por año.

Las condiciones abrigadas y cálidas predisponen su desarrollo e infestación. Cuando la atmósfera es muy húmeda disminuye su cantidad. Las picaduras ocasionan manchas amarillentas y pálidas induciendo a una caída prematura de las hojas. (Santiago, 2008)

1.12.19 Cochinillas

Se caracterizan por formar unas protecciones llamadas escudos. Las cochinillas absorben la savia de las hojas y reducen el área fotosintética de la misma por la proliferación del hongo *Fumago spp.*, sobre la superficie, el cual es favorecido por el ataque de estas. Para detectar el momento de su control se observa el interior del escudo y si la larva camina indica la necesidad de aplicaciones inmediatas. (Santiago, 2008)

1.12.20 Arañitas rojas (*Oligonychus* sp.; *tetranychusurticae*) Acarina: Tetranychidae

Forma colonias por el envés de las hojas y a los lados; en el haz producen manchas amarillentas. Se presenta en la época seca. Se combate con acaricidas convencionales solo si el daño es muy severo. (Santiago, 2008)

1.12.21 Pulgones (*Aphis gossypii*)

Es un pulgón verde que suele parasitar en brotes y hojas, generalmente es frecuente en los viveros. Por ser de la familia de los áfids se reproducen rápidamente pues la hembra es partenogenética. (Santiago, 2008)

1.12.22 Trips del Aguacate

Descripción

Los trips son pequeños insectos que se alimentan de tejidos tiernos como: brotes foliares y florales, hojas y frutos pequeños, daño que provoca en el caso más extremo la caída del fruto o heridas que permiten la entrada de enfermedades como la roña. Los daños se hacen más visibles conforme el fruto se desarrolla, ocasionando pérdida de calidad en su presentación.

Control

Eliminación de malezas que funcionan como hospedero alternativo y aplicaciones preventivas de productos químicos, iniciando en la prefloración (octubre), durante la floración, postfloración cuando el fruto este en tamaño cabeza de cerillo o canica. Algunos insecticidas recomendados son Metil parathion, permetrina y endosulfan. (Santiago, 2008)

1.13 Cosecha

La cosecha del aguacate se realiza en forma manual, con un cuchillo o tijera y debajo para evitar ser golpeados se les coloca una bolsa como se muestra en la Figura 1.5, los cortes deben hacerse de manera que se deje un pedúnculo de 0.5 cm de largo, pues si este se elimina o se deja muy corto, se acelera la maduración, el deterioro es más rápido y la fruta es más susceptible a la entrada de patógenos. (Sandoval Aldana , Forero Longas , & Garcia Lozano , 2010)



Figura 1.5 Método de recolección

La fruta se coloca en bolsas de tela que luego son vaciadas en cajas plásticas o bien se colocan directamente sobre una superficie limpia. La fruta en las partes altas del árbol se cosecha utilizando varas a las que se adaptan cuchillas o tijeras accionadas desde el otro extremo y bolsas para recibir el producto cosechado, cuando los árboles son muy altos puede ser necesario el uso de una escalera para facilitar las labores de cosecha. Una práctica que debe evitarse es lanzar el aguacate cosechado desde las partes altas del árbol, por el riesgo de daños físicos que esto representa, especialmente si se llega a golpear contra el suelo. Algunos productores utilizan tubos de tela (sacos abiertos por ambos lados) para amortiguar la caída de la fruta desde lo alto de la escalera, esta práctica facilita la labor, pero se debe vigilar el efecto sobre la calidad y la incidencia de daños físicos sobre la fruta. (Sandoval Aldana , Forero Longas , & Garcia Lozano , 2010)

1.14 Condiciones de almacén

✓ Temperatura optima

5 – 13 °C (41 – 55 °F) Para aguacates verdes – maduros (con madurez fisiológica o de cosecha) dependiendo del cultivar y la duración la baja temperatura. 2 – 4 °C (36 – 40°F) para aguacates con madurez de consumó.

✓ Humedad relativa optima

90 – 95 %

2. JUSTIFICACIÓN

El aguacate es un fruto climatérico, por lo cual su maduración inicia una vez es deprendido del árbol, al alcanzar la madurez fisiológica. Este proceso es el resultado de un aumento tanto en los niveles de etileno como en la tasa de respiración; es por ello que, para preservar la calidad, una vez llegada la época de cosecha, se deben emplear los cuidados correctos y que mejor se ajustan a las características del fruto.

El manejo y control de temperaturas es la herramienta más útil al momento de prevenir enfermedades u otros agentes externos que causan el deterioro. El aguacate se conserva mejor en el frío, ya que el mismo es capaz de reducir la actividad fisiológica. De este modo se mantiene la calidad y firmeza del producto hasta que es trasladado para su venta y consumo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Determinación fisicoquímica del aguacate variedad Choquette (*Persea americana Miller*) aplicando el tratamiento de encerado como método para prolongar su vida útil.

3.2 Objetivos específicos

- Aplicación de recubrimiento a los frutos por el método de aspersión e inmersión.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos: Pérdida fisiológica de peso, color de cascara y pulpa, firmeza de cascara y pulpa, sólidos solubles, acidez titulable, pH.
- Determinar el método adecuado para prolongar la vida útil del fruto.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materia prima

Los aguacates de la (variedad Choquette) fueron cosechados, en colaboración con los productores de dicho huerto, en la plantación de la comunidad de Tierra Amarilla municipio de Álamo Temapache, Veracruz. Después de la cosecha fueron transportados al laboratorio de Investigación, del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache. Las frutas fueron seleccionadas con base en su color, tamaño, forma y peso. Los aguacates con evidencias de daños físicos o infestación fueron eliminados. Las frutas empleadas mostraron: un color verde, firmes al tacto y con un peso mínimo de 700 gramos.

4.2. Reactivos

Para la titulación se empleó Hidróxido de Sodio (NaOH), marca Baker®, además se utilizó fenolftaleína al 2% como indicador. Para el encerado se usó cera carnauba: método por aperción, inmersión.

4.3. Materiales

Todos los instrumentos utilizados para la realización del procedo de análisis son muy importantes por lo cual se mencionan y describen brevemente.

1. Colorímetro: es un instrumento que permite medir la absorbancia de una disolución en una frecuencia de luz específica.
2. Penetrómetro (texturometro): Es capaz de medir virtualmente cualquier característica física del producto como dureza, fracturabilidad, adhesividad, resistencia del gel, extensibilidad de alimentos, cosméticos, productos farmacéuticos, geles, adhesivos y otros productos de consumo.
3. Vasos Precipitados: es un recipiente cilíndrico de vidrio borosilicatado fino que se utiliza muy comúnmente en el laboratorio, sobre todo, para preparar o calentar sustancias, medir o traspasar líquidos.

4. Matraz Aforado: es parte del llamado material de vidrio de laboratorio y consiste en un tipo de matraz que se usa como material volumétrico. Se emplea para medir un volumen exacto de líquido con base a la capacidad del propio matraz, que aparece indicada.
5. Balanza Portátil
6. Medidor PH: es un instrumento utilizado para medir la acidez o la alcalinidad de una solución, también llamado de pH. El pH es la unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad y es medido en una escala que va de 0 a 14.
7. Refractómetro Digital: es un equipo de mano en versión resistente al agua para determinar el de contenido de azúcar en un rango de 0 a 90 % °Brix.
8. Bureta: se utiliza para emitir cantidades variables de líquido con gran exactitud y precisión.
9. Probeta: Vaso de vidrio de forma tubular, con pie, generalmente graduado, que se usa en los laboratorios para medir líquidos o gases.
10. Soporte universal y pinzas: es una pieza del equipamiento de laboratorio donde se sujetan las pinzas de laboratorio, mediante dobles nueces.
11. Frasco Gotero: se utiliza para trasvasar pequeñas cantidades de líquido vertiéndolo gota a gota.

4.4. Metodología

4.4.1. Aplicación de la cera Carnauba

Se utilizaron 30 aguacates de los cuales se dividieron en tres tratamientos: el testigo, recubrimiento por aspersion e inmersión. Se dejaron 10 aguacates que servirán como testigo, ya que estas no se les encero. El encerado por el tratamiento por inmersión en la cera se le realizaron a 10 aguacates y los otros 10 aguacates se les realizo el tratamiento por aspersion, posteriormente ambos tratamientos e incluso el testigo fueron almacenados sobre una mesa de acero inoxidable a temperatura ambiente por 10 días. Los análisis fisicoquímicos (colorimetría de cascara y pulpa, firmeza de cáscara y pulpa, sólidos solubles, acidez, pH, pérdida de peso), todos estos análisis se llevaron a cabo diariamente del almacenamiento.

El primer tratamiento de encerado se realizó por inmersión de los aguacates en la solución cerosa preparada. El segundo tratamiento de encerado se realizó por aspersión cada aguacate.

4.4.2. Diagrama general de la metodología para el desarrollo de la investigación.

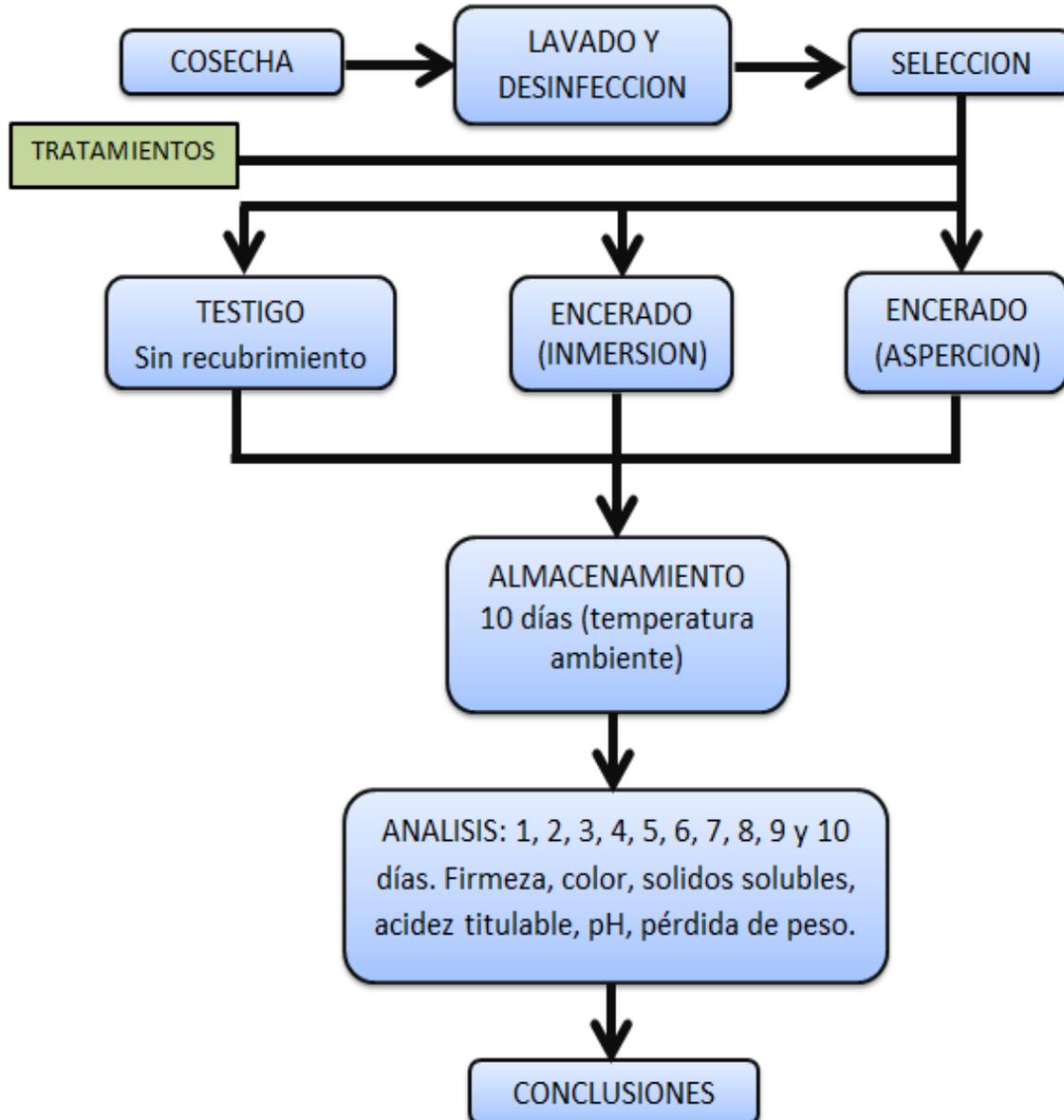


Figura 4.1 Metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación

4.4.3. Descripción del diagrama de proceso

1. Cosecha: La cosecha del aguacate se realiza en forma manual, con un cuchillo o tijera y debajo para evitar ser golpeados se les coloca una bolsa como se muestra en la Figura 1.5, los cortes deben hacerse de manera que se deje un pedúnculo de 0.5 cm de largo.
2. Lavado y desinfección: posteriormente fueron lavados manualmente y desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, con la finalidad de eliminar las impurezas del campo y reducir el ataque de flora microbiana durante el almacenamiento.
3. Selección: Los aguacates fueron seleccionados en base a su color, tamaño y forma.
4. Tratamientos: Una vez seleccionados los aguacates se realizaron dos tratamientos mediante encerado (cera carnauba) y una muestra como testigo.
5. Testigo: La muestra testigo tuvo como función ver el comportamiento de las frutas sin ningún tratamiento.
6. Encerado por inmersión: El primer tratamiento consistió en realizar inmersión de los aguacates en la solución cearea (cera carnauba).
7. Encerado por aspersión: El segundo tratamiento consistió en realizar aspersión de la solución searea (cera carnauba), a los aguacates mediante un atomizador.
8. Almacenamiento: Después de realizar los tratamientos a los aguacates, se dejaron sobre una mesa de acero inoxidable a temperatura ambiente durante 10 días.
9. Análisis: Los análisis se realizaron por triplicado diariamente, durante diez días, los cuales fueron: firmeza, color, sólidos solubles, ácidos titulable, pH y pérdida de peso.
10. Conclusión: El resultado de los análisis se fueron ingresando en tablas y después graficadas, posteriormente explicadas en esta tesis.

4.4.4. Variables de respuesta analizadas

- a) Color: Se determinó el color Hue (h°) de la cáscara y pulpa de los frutos utilizando un colorímetro, de marca Miniscan Spectro colorimeter Hunter-Lab,

modelo XE Plus. El equipo proporciona los valores a y b ; con los cuales se calculó el ángulo hue como $Tan^{-1}(b/a)$. El equipo fue calibrado antes de cada muestreo. De los valores obtenidos, los más bajos indican un color negro – verde oscuro, mientras que los altos indican un color verde-claro en la fruta.

- b) Firmeza: Durante el proceso de maduración se analizó la firmeza sobre la cáscara y pulpa de los frutos. La medición se realizó en tres diferentes partes del fruto donde se aplicó una fuerza de compresión con una punta cónica de 8 mm de diámetro, utilizando un penetró metro de frutos, con capacidad de lectura de $0-15\text{ kg/cm}^2$ $d=0.1$ (MODEL GY-1). El valor fue expresado como la fuerza requerida para que la punta cónica del penetró metro se introduzca en la pulpa sobre la unidad de área que ocupa la punta (NOM, 1982).
- c) Sólidos solubles. Se determinó la cantidad de sólidos solubles del jugo extraído de la pulpa de las frutas mediante un refractómetro ATAGO digital (Pocket PAL - 1). Los resultados obtenidos se reportaron como porcentaje de sólidos solubles a 23°C (AOAC, 1990).
- d) Acidez titulable. El contenido de acidez se determinó como % de ácido cítrico por gramo de jugo de pulpa de los frutos. Se realizó por titulación con NaOH 0.1 N de acuerdo al método la AOAC (1990).
- e) Valor de pH: Se realizó por medición directa, empleando un potenciómetro OAKTON modelo pH 450 equipado con un electrodo de combinación de vidrio.
- f) Pérdida de peso: El porcentaje de pérdida de peso se determinó por pesada directa de cada uno de los aguacates en una balanza electrónica marca OHAUS (Mod. TS4KD).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El momento de cosecha y el tiempo de almacenamiento tuvieron efectos significativos en los parámetros físicos - químicos de los aguacates var. Choquette, ya que las principales enfermedades que atacan a la fruta después de la cosecha son la Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides*, provocando manchas de color negro circulares, ennegrecimiento y oxidación en la pulpa; y la pudrición del pedúnculo cuando no se hizo un buen corte, causado por el hongo *Botryodiplodia theobromae*, iniciada como una pudrición negra en el pedúnculo y avanza a la punta floral hasta cubrir completamente la fruta. Los análisis se tenían contemplado realizarlos por 10 días continuos, sin embargo estos no llegaron a más días, si no solo al día 7 ya que estos comenzaron su estado de descomposición.

5.1 Resultados de las muestras realizadas en el ángulo h° de la cáscara

De acuerdo a la ilustración (5.1) se observa que a partir del día 3 hay una variación entre la muestra testigo y los dos métodos de encerado (aspersión e inmersión) este comportamiento se mantiene hasta el día 6 en donde todos son diferentes. A partir del día 6 los tratamientos testigo e inmersión son iguales siendo diferentes en este último día en inmersión.

a) Efecto de la muestra testigo en el ángulo h° de cáscara

En los primeros días la muestra testigo se obtuvo un ángulo h° de -62.89 y -63.63 realizando un comportamiento similar al de la muestra por inmersión, el comportamiento de los frutos que fueron de la muestra testigo se mantuvo de acuerdo a su maduración de manera normal ; Observando una variación el día 3, ya que se estos se mostraron en un ángulo h° de 66.14 y 62.24, mostrando unos números positivos que observando de acuerdo al Angulo (HUE) dando un color obscuro en el fruto, debido a la producción de etileno, manteniendo este comportamiento hasta el día 6 en el cual nuevamente mostraron un

cambio de color significativo, esto se debió a que los frutos no fueron los mismos que se analizaron diariamente como se muestra en la (Figura 5.1)

b) Efecto de la muestra por aspersión e inmersión en cera carnauba en el ángulo h° de cáscara

En la (Figura 5.1) observamos que del día 1 al día 3 los dos tratamientos y el testigo se comportan similarmente, observando que del día 3 al día 6 tienen una notable diferencia, mostrando un incremento en la muestra por aspersión esto se debe a que la cera no cubrió perfectamente al aguacate, siendo así que estos continuaron con su tasa de respiración, y en el cual observamos que la muestra por inmersión solo marco una pequeña diferencia a comparación de la muestra por aspersión. En el último día de análisis hay una similitud tanto en testigo como inmersión, lo que significa que la inmersión ayudo a mantener un color estándar o similar al de la cosecha (verde).

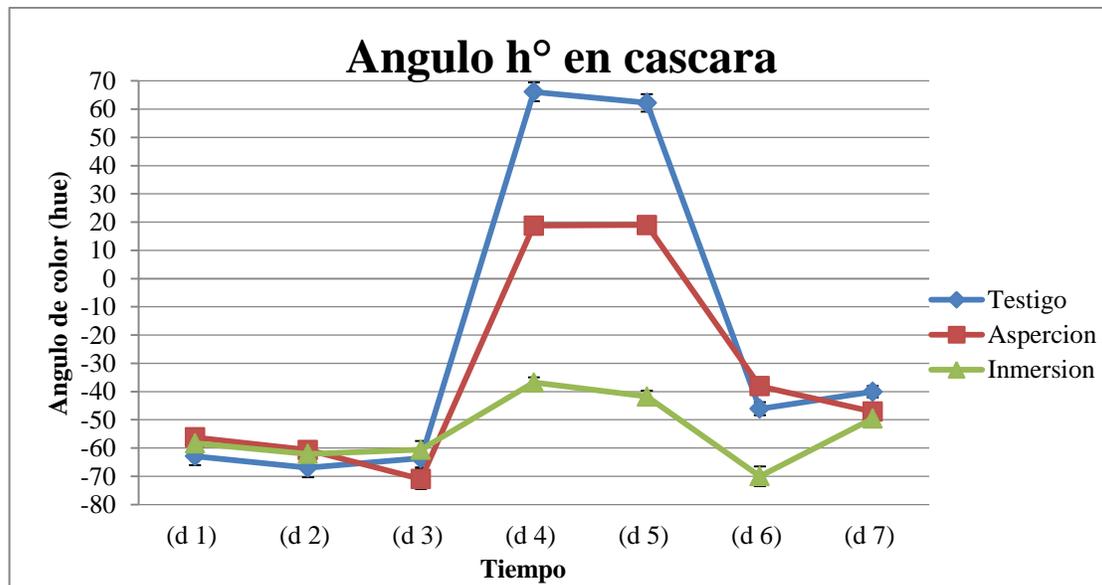


Figura 5.1 Análisis del ángulo h° en cascara de aguacates

5.1 Resultados de las muestras realizadas en el ángulo h° de la pulpa de los aguacates

a) Efecto de la muestra testigo en el ángulo h° de la pulpa de aguacate

Observando la (figura 5.2) la muestra testigo en el día 1 arrojó un valor de -82.35 un valor un poco más bajo que las otras muestras, en el día 2 los tres tratamientos tuvieron una similitud, mas sin embargo para el día 3 el comportamiento fue muy diferente. En el día 4 estos volvieron a tener una similitud. A partir del día 5 en adelante la muestra testigo comenzó a realizar la maduración normal, ya que esta no cuenta con ningún tratamiento.

b) Efecto de la muestra por aspersión e inmersión en cera carnauba en el ángulo h° de pulpa

Las muestras del encerado (aspersión e inmersión) se comportaron similarmente excepto en el día 3, en el cual se observa que el tratamiento por aspersión tuvo una variación muy significativa como se muestra en la (figura 5.2). Posteriormente en el día 4 estos comenzaron a comportarse similarmente e incluso así continuaron hasta el día 7, siendo el método por inmersión el que se comportó como en el inicio de los análisis y hasta un poco menos. Esto se debe como ya lo habíamos mencionado que es porque este tratamiento es mucho más homogéneo al momento de cubrirlos con la cera.

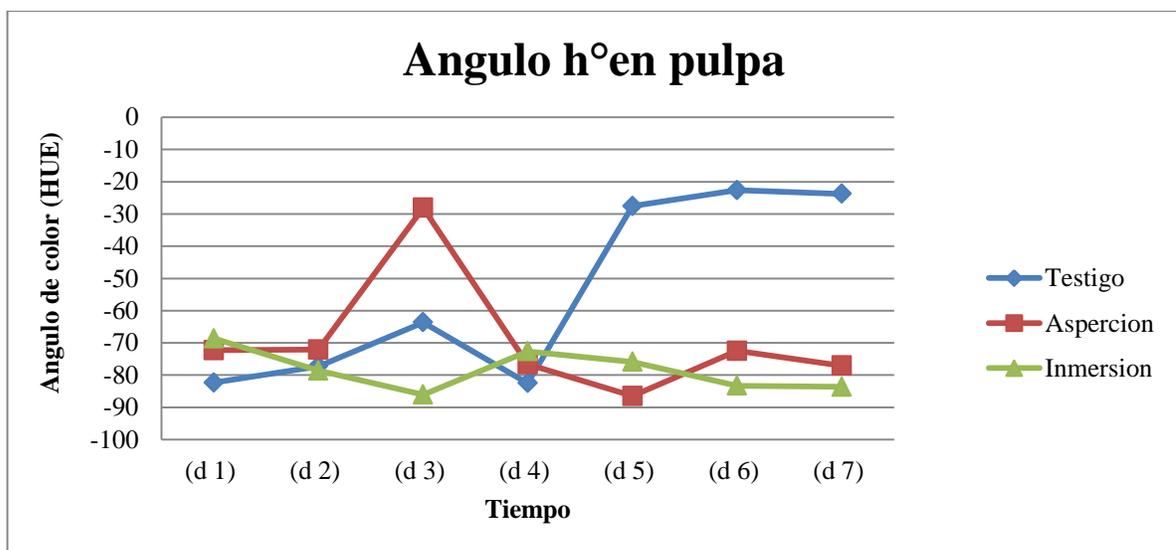


Figura 5.2 Análisis del ángulo h° en pulpa de aguacates.

5.2 Efecto de la acidez

Como se observa en la figura (5.3) las muestras se comportaron de manera similar a lo largo del experimento, no se observa ninguna diferencia en los datos obtenidos desde el día 1 al día 7 del análisis.

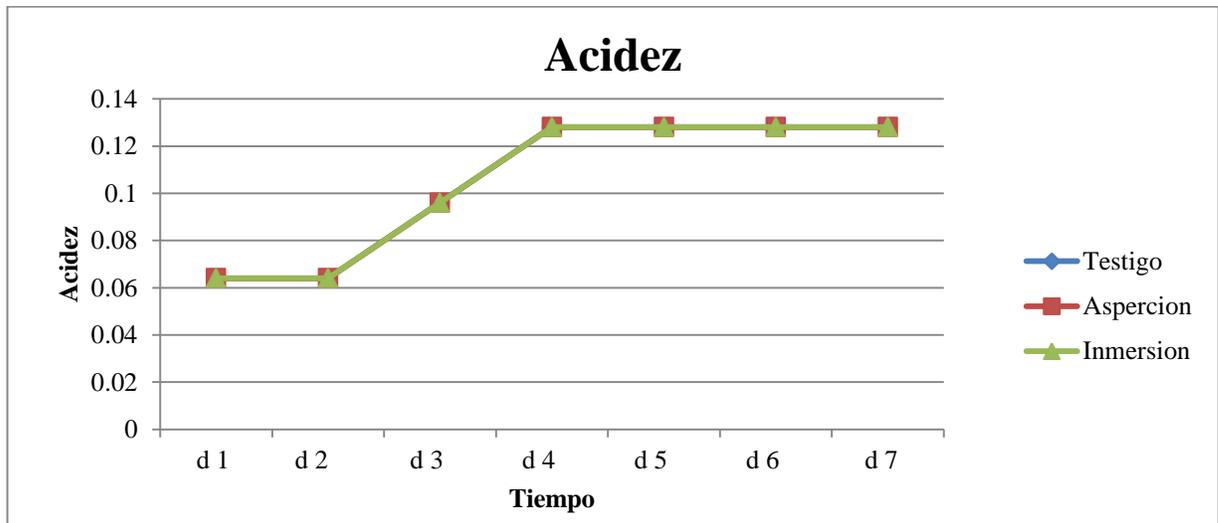


Figura 5.3 Análisis de la acidez del jugo de aguacate.

5.3 Pérdida de peso

La pérdida de peso está estrechamente relacionada a la pérdida de agua en forma de vapor, debido a un déficit de presión de vapor. El agua se evapora y escapa al aire a través de los poros, lenticelas, estomas, o cualquier otra apertura en la epidermis del fruto. Esto sucede cuando existe una diferencia entre la presión de vapor del aire y la presión de vapor del producto estableciéndose una diferencia denominada “*déficit de presión de vapor*”.

a) Efecto de la muestra testigo en la pérdida de peso

Observando la Figura (5.4) las muestra con tratamiento (aspersión e inmersión) y muestra testigo en los primeros días se comportaron similarmente hasta el día 2, en la cual se observa que para el día 3 y hasta el día 10 estos tuvieron una mayor pérdida de peso. La muestra testigo fue la que tuvo mayor pérdida de peso ya que esta siguió su maduración normalmente, ya que esta no cuenta con ningún tratamiento.

b) Efecto de la muestra por aspersión e inmersión en cera carnauba en la pérdida de peso

Las muestras con encerado (aspersión e inmersión) inclusive el testigo tuvieron un comportamiento similar hasta el día 2, para el día 3 estas similarmente comenzaron a tener una pérdida de peso ligeramente hasta el día 4. Para el día 5 y hasta el día 10 estas tuvieron una mayor pérdida de peso como se muestra en la (figura 5.4). A lo que vemos que el mejor método es la muestra por inmersión, ya que las muestras tuvieron menor pérdida de peso a comparación de la muestra por aspersión y la muestra testigo.

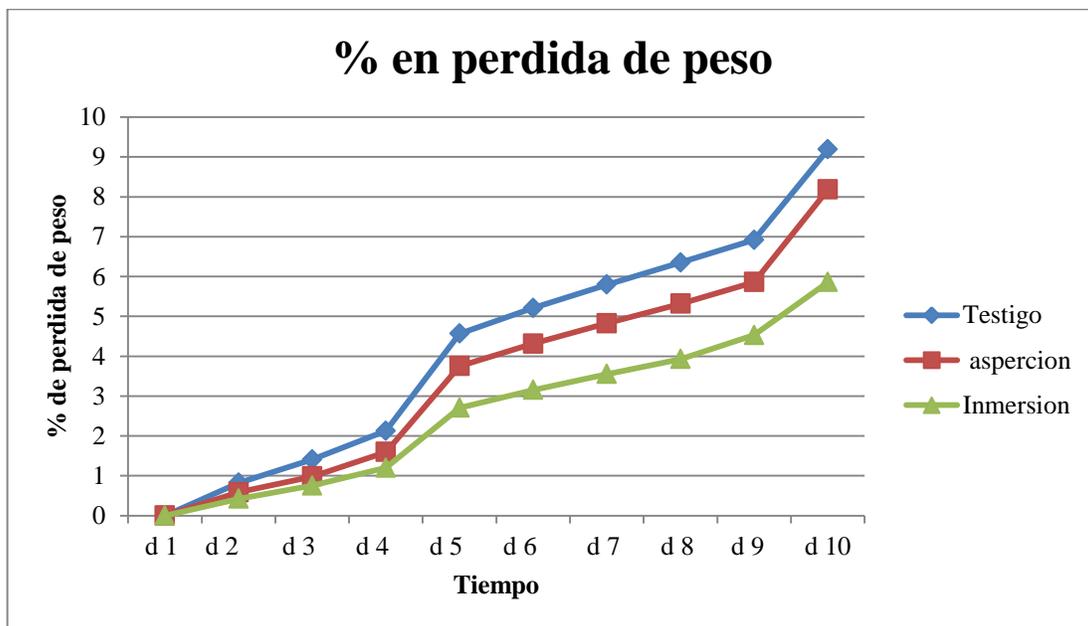


Figura 5.4 Análisis en la pérdida de peso en los aguacates.

5.4 Efecto en la firmeza de la cascara

a) Efecto de la muestra testigo en la firmeza de la cascara

En los primeros 3 días la muestra testigo se ubicó en un rango de entre 9.8 y 10.7 de acuerdo a nuestro equipo con capacidad de lectura de $0-15 \text{ kg/cm}^2$ $d=0.1$. Del día 4 en adelante este tuvo una diferencia ya que estos comenzaron a madurar y fueron haciéndose más blandos.

- b) Efecto de la muestra por aspersión e inmersión en cera carnauba en la firmeza de la cascara y pulpa

En los primeros 2 días las muestras superaban el rango de nuestro equipo, ya que estos arrojaban mayor a 15 siendo que la con capacidad de lectura de nuestro equipo es de 0-15 kg/cm² d=0.1. Del día 3 hasta el día 6 los parámetros se mantuvieron en un rango de entre 9.5 a 3.2 kg/cm². Para el día 7 las muestras ya no arrojaron datos ni en el mínimo de nuestro equipó ya que estos arrojaban menor a 2 kg/cm².

5.5 Efecto en la firmeza de la pulpa

- a) Efecto de la muestra testigo en la firmeza de la cascara y pulpa

El análisis de la firmeza de la pulpa de los aguacates en la muestra testigo nunca supero el mínimo en los rangos de nuestro equipo que es de 2 kg/cm².

- b) Efecto de la muestra por aspersión e inmersión en cera carnauba en la firmeza de la pulpa

De acuerdo a el análisis realizado en la firmeza de los dos tratamientos (aspersión e inmersión) en el primer día supero a los rangos de nuestro equipo, dando mayor a 15 kg/cm². El día 2 fue el único día que arrojaron un parámetro cuantificable de entre 12 y 7.5 kg/cm². Del día 3 hasta el día 7 las muestras no superaron el mínimo del rango de nuestro equipo que es 2 kg/cm². Ya que estos se comenzaron a madurar.

5.6 Efecto de °Brix en pulpa de aguacates

- a) Efecto de los grados °Brix en la muestra testigo y en las muestras de cera carnauba (aspersión e inmersión)

El comportamiento de la muestra testigo de acuerdo al grafico (1223)

En la (figura 5.5) los sólidos solubles de la muestra testigo se observan que estos tuvieron una disminución de solidos del día 1 que se encontraba en un rango de 7.73 y disminuyo a 4.4 al día 3. Del día 3 al día 6 estos se mantuvieron en un rango de 4.0 a 5.0. Observando un ligero aumento a 5.3 en el día 7.

En la muestra por aspersión los sólidos solubles en el día 1 fueron muy elevados (11.23) y para los días siguientes comenzaron a disminuir muy notoriamente hasta el día 5 y 6 en el cual se mantuvo entre 5.06 y 5.16. Observando un aumento para el día 7. De acuerdo a la figura 5.5 la muestra por inmersión se comportó similarmente en el día 1 a la muestra testigo, pero este se comenzó a comportar diferente a las demás muestras en todo el experimento realizado hasta el día 4. En el día 5 este tuvo un ligero incremento y para el día 6 y 7 este se siguió un parámetro estable entre 5.53 y 5.63.

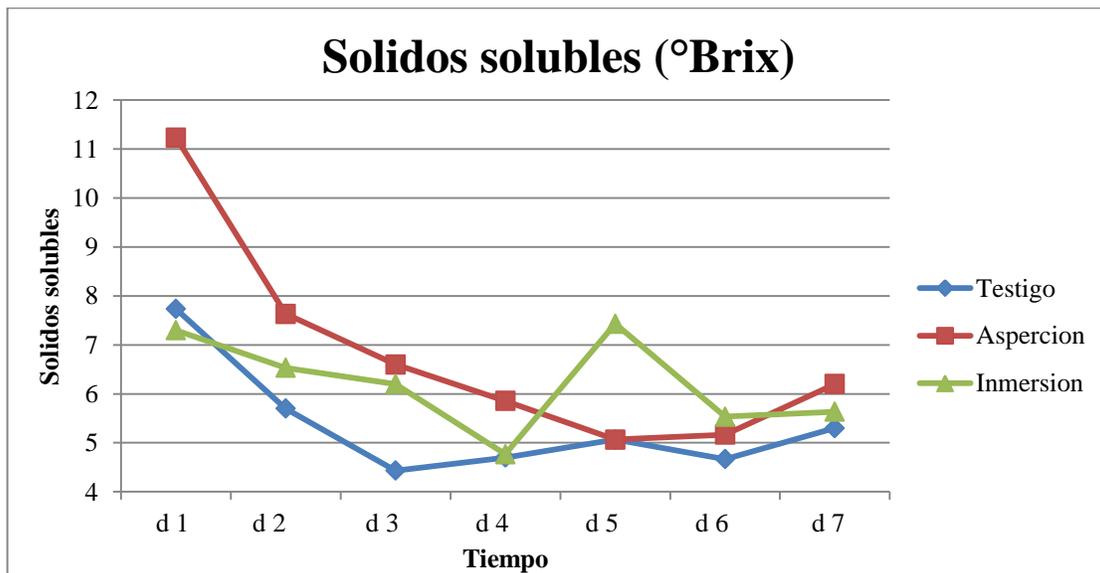


Figura 5.5 Análisis en los sólidos solubles en las muestras de aguacates.

5.7 Efecto del pH en pulpa de aguacates

a) Efecto de la muestra testigo y las muestras (aspersión e inmersión) en el pH de la pulpa. De acuerdo a los resultados obtenidos observamos que las muestras testigo al inicio se comportó muy diferente a las otras dos muestras con tratamiento, las muestras aspersión e inmersión se comportaron en el día 1 similarmente, más sin embargo en los otros días se comportaron muy diferente. En el último día de análisis se observa que la muestra testigo se quedó en 6.89, la muestra por aspersión en 7.03 y la muestra por inmersión en 7.19, como se muestra en la figura 5.6.

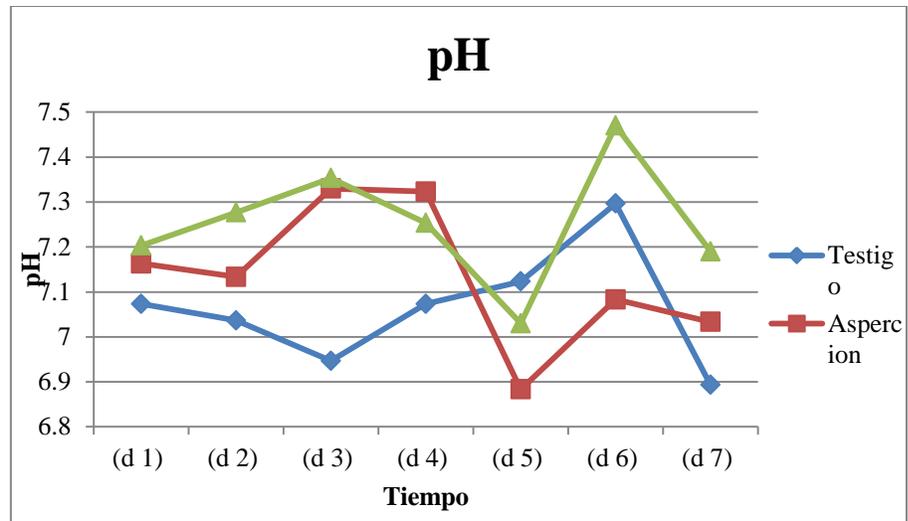


Figura 5.6 Análisis del pH en las muestras de los aguacates.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que existe un efecto positivo en las variables de respuesta en el ángulo de color y pérdida de peso. De acuerdo a los análisis obtenidos en los análisis de firmeza, sólidos solubles, ácidos titulable y pH, estos tuvieron un efecto negativo, ya que no se comportaron a favor de los resultados deseados. Por lo que se concluye que el encerado puede prolongar la vida útil de los aguacates a una temperatura ambiente por 5 días, en los cuales los resultados de los análisis aún son favorables para el consumo.

7. RECOMEDACIONES

Este trabajo sirve como base para futuras investigaciones en donde recomendamos que:

✓incrementar la cantidad de cera

✓Realizar una combinación del método de encerado con el método de refrigeración.

✓Utilizar nuevos métodos de encerado

8. BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, J., Diaz, C., Osorio, C., Tamayo, A., Osorio, W., & Cordova, O. (15 de octubre de 2015). *Actualización tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. Recuperado el 08 de diciembre de 2018, de Actualización tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate.:
http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Manual%20Actualizacion%20Tecnologica%20y%20BPA%20Cultivo%20de%20Aguacate_GOBERNACION%20PDF%20BAJA%20con%20cartulas.pdf
- CATALOGO DE VARIDADES DE AGUACATE. (agosto de 2018). Nicaragua, Nicaragua, Nicaragua.
- Cerdas, A., Montero, C., M., & Somarribas, J. (2014). Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha.
- ECONOMÍA, S. D. (2012). *MONOGRAFÍA DEL SECTOR AGUACATE EN MÉXICO: SITUACIÓN ACTUAL Y OPORTUNIDADES DE MERCADO*. Mexico: DGIB.
- Estadística, D. A. (2015). El cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller.), fruta de extraordinarias propiedades alimenticias, curativas e industriales (Primera parte). *INSUMOS Y FACTORES*, 01-15.
- FAO STAT. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura :
<http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?Ref=SERP&br=ro&mkt=esmx&dl>
- FAO STAT. (2015). *organizacion de las naciones undas para la alimentacion y la agricultura*. Recuperado el 15 de 06 de 2017, de Produccion - cultivos:
<http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?Ref=SERP&br=ro&mkt=esmx&dl>
- FAO STAT. (10 de Agosto de 2016). “*Statistics of crops production by country*” *Food and Agriculture Organization*. . Recuperado el 09 de septiembre de 2018, de “Statistics of crops production by country” Food and Agriculture Organization. :
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Gonzales Cuello, R., Perez Mendoza, J., & Gelvez Ordoñez, V. (2017). INCREMENTO N LA VIDA UTIL POST COSECHA DEL AGUACATE (*Persea americana*)

- UTILIZANDO RECUBRIMIENTOS A BASE DE GOMA GELANA. *Biopelícula protectora en aguacate*, 101 - 110.
- KADER, A. A. (1986). Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Tech.*40, 99-100.
- Leonel Lavaire, E. (Diciembre de 2013). MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN HONDURAS (Persea americana Mill). *MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN HONDURAS (Persea americana Mill)*. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras, C.A.
- Lucero Pulido, M. d., & Navarro Ainza, J. A. (2013). *REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS*. La Paz, Baja California Sur: INIFAP en B.C.S.
- MA, L., ZHANG, M., BHANDARI, B., & GAO, Z. (2017). Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends Food Sci & Technol*.
- Martínez Piña, S. (Diciembre de 2015). PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE AGUACATE EN SISTEMA MIAF COMO UNA ALTERNATIVA AL CAFÉ, EN SAN BARTOLOME LOXICHA, OAXACA. Chapingo, Estado de México, México.
- Ortega, M. (2003). Valor nutricional de la pulpa fresca de aguacate Hass. Michoacán, Estado de Michoacán, México.
- Rodríguez, F. (1982). *El aguacate*. México, D.F: AGT Editor, S.A.
- Rodríguez, F. (1992). *El aguacate*. México: AGT.
- SAGARPA. (2018). Monografías de cultivos "aguacate". México, México.
- Sanchez Colín, S., Mijares Oviedo, P., Lopez Lopez, L., & Barrios Priego, A. (s.f.). HISTORIA DEL AGUACATE EN MÉXICO. Coatepec Harinas, Estado de México, México.
- Sandoval Aldana, A., Forero Longas, F., & García Lozano, J. (2010). POSTCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN DE AGUACATE: AGROINDUSTRIA RURAL INNOVADORA. Natima Espinal, Tolima, Colombia.
- Santiago, A. P. (Diciembre de 2008). Generalidades del cultivo de aguacate. Saltillo, Coahuila, México.
- SE. (2015). *SECRETARÍA DE ECONOMÍA*. Recuperado el 17 de JUNIO de 2018, de Sistema de Información Arancelaria Vía : <http://www.economia.gob.mx/>

- SIAP. (2014). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado el 2018 de JUNIO de 2018, de Producción agropecuaria y pesquera, Agricultura-producción anual (en línea): <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
- SIAP. (18 de agosto de 2016). “Resumen nacional por estado” *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado el agosto de 2018, de “Resumen nacional por estado” Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.: <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-por-estado/>
- SIAP. (18 de agosto de 2016B). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado el 16 de 06 de 2018, de “Márgenes de Comercialización: Aguacate Hass , junio de 2016” Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.: <http://www.siap.gob.mx/margenes-de-comercializacion/>
- TÉLIZ, D. (Diciembre de 2000). *EL AGUACATE Y US MANEJO INTEGRADO* (PRIMERA ed., Vol. 1). (H. GONZÁLES HERNÁNDEZ, J. RODRÍGUEZ VÉLEZ, & R. DROMUNDO SALAZAR, Edits.) MÉXICO, D.F., Francisco Morazán, Honduras: MUNDI PRENSA. Recuperado el septiembre de 2018
- Tlapa Rangel, C. C. (1999). *EVALUACION DE DAÑOS POR FRIO Y PRODUCCION DE ETANOL EN AGUACATE (Persea americana Mill) CV HAS* . Mexico: UACH.
- Zumbado, J. D. (2009). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate.