

EL CULTIVO DE AGUACATE

Persea americana

EN EL OCCIDENTE DE ANTIOQUIA



AgroSENA



SENA
Emprende
Rural

Jaime Enrique Zapata Guzmán, Juan Diego Tobón Acevedo, Héctor Iván Patiño Tiria, Edgar Humberto Palacios, Carlos Arturo Mejía Córdoba, Hadson Danilo Marín Zapata, Carolina Alcaraz Machado y Eduard Alcaraz Guzmán.

**COMPLEJO TECNOLÓGICO, TURÍSTICO Y AGROINDUSTRIAL
DEL OCCIDENTE ANTIOQUEÑO**

2018



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



EL CULTIVO DE AGUACATE

Persea americana

EN EL OCCIDENTE DE ANTIOQUIA



AgroSENA



SENA
Emprende
Rural

**COMPLEJO TECNOLÓGICO, TURÍSTICO Y
AGROINDUSTRIAL DEL OCCIDENTE ANTIOQUEÑO
2018**

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

El cultivo de aguacate (*Persea americana*) en el Occidente de Antioquia / Jaime Enrique Zapata Guzmán [y otros siete]. -- Primera edición. -- Santa Fe de Antioquia : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño, 2018.

1 recurso en línea (64 páginas) : PDF

Bibliografía: página 64

Contenido: Origen y generalidades del aguacate -- Razas de aguacate -- Propagación -- Condiciones climáticas -- Establecimiento del cultivo -- Riego y drenaje -- Fertilización -- Podas -- Control de Arvenses -- Fisiología -- Enfermedades del aguacate -- Cosecha -- Poscosecha -- Agroindustria.
ISBN: 978-958-15-0388-9.

1. Aguacate--Agricultura--Antioquia (Colombia) 2. Aguacate--Cultivo--Antioquia (Colombia) 3. Aguacate--Enfermedades y plagas--Antioquia (Colombia) I. Zapata Guzmán, Jaime Enrique II. Tobón Acevedo, Juan Diego III. Patiño Tiria, Héctor Iván IV. Palacios, Edgar Humberto V. Mejía Córdoba, Carlos Arturo VI. Marín Zapata, Hadson Danilo VII. Alcaraz Machado, Carolina VIII. Alcaraz Guzmán, Eduard VI. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
CDD: 634.653



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Carlos Mario Estrada

Director general

Emilio Eliécer Navia

Coordinador SENNOVA

Juan Felipe Rendón Ochoa

Director regional Antioquia

Angie Carolina Tunjano

Subdirectora Complejo Tecnológico,
Turístico y Agroindustrial del
Occidente antioqueño

Paola Milena Ortiz

Coordinadora académica

Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico del
Occidente Antioqueño "GIDOCA"

Jaime Enrique Zapata Guzmán

Juan Diego Tobón Acevedo

Héctor Iván Patiño Tiria

Edgar Humberto Palacios

Carlos Arturo Mejía Córdoba

Hadson Danilo Marín Zapata

Carolina Alcaraz Machado

Eduard Alcaraz Guzmán

Autores

Esteban Arenas

Inversiones Alejandro Duque GO S.A.S.

Diseño y diagramación

**El cultivo de aguacate *Persea americana* en el
Occidente de Antioquia**

ISBN: 978-958-15-0388-9.

Primera edición-©

Servicio Nacional De Aprendizaje (SENA).

Esta cartilla, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducida por ningún medio sin previa autorización escrita del autor y del Centro de Formación. Los textos publicados son de propiedad intelectual del Centro de Formación, y pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del SENA. Santa Fe de Antioquia, Colombia, noviembre, 2018





Jaime Enrique Zapata Guzmán

(Pueblorrico-Antioquia).

Ingeniero Agropecuario, Instructor AgroSENA - Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño – SENA Regional Antioquia. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores” y en la elaboración de la presente cartilla.



Héctor Iván Patiño Tiria

(Sogamoso-Boyacá)

Ingeniero Agrónomo, Instructor SENA del programa SER (Sena Emprende Rural) - Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño- SENA Regional Antioquia. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el occidente antioqueño según la caracterización de sus productores” y en la elaboración de la presente cartilla.



Juan Diego Tobón Acevedo

(Medellín-Antioquia).

Administrador de Empresas Agropecuarias, Instructor SENA del programa SER- Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño- SENA Regional Antioquia. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores” y en la elaboración de la presente cartilla.



Edgar Humberto Palacios

(Turbo- Antioquia)

Ingeniero Agrícola, Instructor AgroSENA - Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño – SENA Regional Antioquia. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores” y en la elaboración de la presente cartilla.





Carlos Arturo Mejía Córdoba

(Pueblorrico - Antioquia)

Agrónomo, candidato a magister en innovación en Agronegocios. Líder SENNOVA, Trabajó como Investigador I+i+D. Grupo de Investigación GIDOCA, Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño.



Carolina Alcaraz Machado

(Santa Fe de Antioquia).

Aprendiz Tecnología en producción agrícola. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores”, como Practicante SENNOVA, donde se obtuvo los componentes para la elaboración de la presente cartilla.



Hadson Danilo Marín Zapata

(Sabanalarga Antioquia)

Aprendiz Tecnología en producción agrícola. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores”, como Practicante SENNOVA, donde se obtuvo los componentes para la elaboración de la presente cartilla.



Eduard Alcaraz Guzmán

(Santa Fe de Antioquia).

Aprendiz Tecnología en producción agrícola. Participó en el proyecto de investigación “Modelo de producción de aguacate en el Occidente antioqueño según la caracterización de sus productores”, como Practicante SENNOVA, donde se obtuvo los componentes para la elaboración de la presente cartilla.



Presentación

El Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Investigación (SENNOVA) tiene el propósito de fortalecer los estándares de calidad y pertinencia, en las áreas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, de la formación profesional impartida en el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA.

La investigación aplicada es una herramienta formativa que desarrolla SENNOVA a través de diferentes proyectos de formación. Permite al aprendiz interactuar y participar activamente de los diferentes canales de investigación, innovación y desarrollo tecnológico de cada centro de formación.

La región del Occidente Antioqueño se posiciona y visiona un liderazgo creciente de la producción de aguacate, (*Persea Americana*), favorecido por las condiciones de agroclimáticas de la zona. Requiriéndose la incorporación de procesos tecnológicos adecuados y de recursos humanos preparados para afrontar los desafíos del sector. Como medida prioritaria para dar solución a los retos; desde la formación profesional integral, solicitudes de la comunidad, tendencias del sector productivo y empresarial. El Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño, ha creado, desde el 2012, GIDOCA (Grupo de Investigación y desarrollo del Occidente Antioqueño, Código asignado por Colciencias: COL01495292014021088). Con la finalidad de ejecutar y desarrollar proyectos de innovación, desarrollo e investigación aplicada, buscando entregar herramientas técnicas y soluciones tecnológicas a toda la cadena productiva.

Según el DANE, el aguacate ocupa el segundo lugar dentro de los frutales cultivados en el país, después de los cítricos, con un área de 98.268 hectáreas sembradas de las cuales 74.991 están en producción. Esta cifra toma relevancia, en un país como Colombia con vocación agropecuaria y mejor aún en la subregión del Occidente antioqueño perfilada, como puerta de entrada al nuevo puerto de Urabá, proyecto que dinamizará y potencializará la economía de la región. Actualmente el Occidente cuenta con 450 hectáreas sembradas y 444 productores identificados y censados en 18 de los 19 municipios, que componen la subregión, proyectando un movimiento en la economía de estas familias, en un 99%, son minifundistas.

Este documento se elaboró en el Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño bajo el marco de la ejecución del proyecto “Modelo de la producción de aguacate en el Occidente Antioqueño” área de conocimiento Agrícola, línea de investigación agroindustria. Grupo de investigación y desarrollo del occidente antioqueño – GIDOCA. Con el objetivo principal de actualizar las prácticas y actividades culturales, realizadas al cultivo. Con la intencionalidad de Identificar tecnologías apropiadas que se puedan aplicar en el cultivo de aguacate, buscando el desarrollo de productos innovadores, utilización de subproductos y derivados de la actividad productiva, logrando su transformación agroindustrial





Tabla de contenido

	Pág.
1. Origen y generalidades del aguacate.....	15
1.1 Incidencia del aguacate en la región de Occidente de Antioquia.....	15
1.2 Taxonomía.....	16
1.3 Botánica.....	16
2. Morfología.....	18
2.1 Tipo de planta.....	18
2.2 Raíz.....	18
2.3 Tallo.....	19
2.4 Hojas.....	19
2.5 Inflorescencias.....	19
2.6 Flores.....	19
2.7 Floración.....	19
2.8 Fruto.....	20
2.9 Semillas.....	20
3. Razas de Aguacate.....	21
3.1 Raza Mexicana: <i>Persea americana</i> var. <i>Drymifolia</i>	22
3.2 Raza Antillana: <i>Persea americana</i> var. <i>Americana</i>	22
3.3 Raza Gautemalteca: <i>Persea americana</i> var. <i>Guatemalensis</i>	23
3.4 Razas Híbridas.....	23
4 Propagación.....	24
5. Condiciones climáticas.....	25
6. Establecimiento del cultivo.....	30
6.1 Selección del terreno.....	30
6.2 Trazado.....	31
6.3 Distancia de plantación.....	33
6.4 Ahoyado.....	36
6.5 Trasplante al campo.....	36
6.6 Tutorado.....	36
7. Riego y Drenaje.....	37
8. Fertilización.....	37
9. Podas.....	38
10. Control de Arvenses.....	38
11. Fisiología.....	39
11.1 Fase vegetativa.....	39
11.2 Fase reproductiva.....	39
11.3 Floración.....	39
11.4 Fructificación.....	39



11.5 Desarrollo del fruto	40
12. Plagas del Aguacate	40
12.1 Trips (<i>Trips frankliniella</i> y <i>Trips scirtothrips</i>).....	40
12.2 Monalunion (<i>Monalunion velezangeli</i>).....	41
12.3 Pasador del fruto (<i>Heilipus lauri</i>)	42
12.4 Barrenador de la Semilla (<i>Stenoma Catenifer</i>)	42
12.5 Cucarrón Marceño (<i>Phyllophaga Obsoleta</i>).....	43
12.6 Hormiga Arriera (<i>Atta spp</i>).....	44
12.7 Ácaros Y Arañitas (<i>Oligonychus yothersi</i>)	44
13. Enfermedades del Aguacate	46
13.1 Tristeza del Aguacatero (<i>Phytophthora sp</i>).....	46
13.2 Antracnosis	49
13.3 Peca en cultivo de aguacate (<i>Glomerella sp.</i>) (Anamorfo: <i>Colletotrichum sp.</i>) (<i>Cercospora sp.</i>).....	50
13.4 Cancro bacteriano (Cáncer de tronco) (<i>Nectria galligena</i> , <i>Fusarium Episphaeria</i> y <i>Phytophthora Boehmeria</i>).....	50
13.5 Marchitez, <i>Verticillium</i> (<i>Verticillium Nees</i>).....	51
13.6 Roña (<i>Sphaceloma perseae Jenk</i>).....	51
13.7 Mancha angular (<i>Pseudocercospora purpurea</i>).....	52
13.8 Fumagina (<i>Capnodium sp</i>)	52
13.9 <i>Rosellinia sp</i>	53
14. Cosecha.....	53
14.1 Índices de Madurez.....	55
15. Poscosecha.....	55
15.1 Empaque.....	55
15.2 Comercialización	58
16. Agroindustria	58
17. Bibliografía.....	61



Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Árbol de aguacate.....	18
Figura 2. Raíz de aguacate.....	18
Figura 3. Inflorescencia.....	19
Figura 4. Fruto de aguacate.....	20
Figura 5. Semilla de aguacate.....	21
Figura 6. Factores y elementos del clima.....	26
Figura 7. Referentes latitudinales para cultivo de aguacate.....	26
Figura 8. Daño por helada.....	28
Figura 9. Aparatos para medir elementos del clima.....	29
Figura 10. Aplicaciones móviles para consulta y medición de estados del tiempo.....	30
Figura 11. Trazado en cuadro.....	31
Figura 12. Trazado en rectángulo.....	31
Figura 13. Trazado en triángulo.....	32
Figura 14. Árboles emboscados.....	33
Figura 15. Altura vs. Distancia entre hileras.....	34
Figura 16. Tutorado.....	36
Figura 17. Trips. Frankliniella.....	40
Figura 18. Daño por Trips.....	41
Figura 19. Macho y Hembra de Monalonion Velazangeli.....	41
Figura 20. Daño de Monalonion Velazangeli en frutos.....	42
Figura 21. Adulto de Heilipus lauri.....	42
Figura 22. Fruto de aguacate Hass con daño de Stenoma Catenifer.....	43
Figura 23. Larva de Stenoma Catenifer en semilla de aguacate Lorena.....	43
Figura 24. Daño por Marceño Phyllophaga Obsoleta.....	43
Figura 25. Daño por Marceño Phyllophaga Obsoleta.....	44
Figura 26. Adulto de Hormiga arriera Atta spp.....	44
Figura 27. Daño por Hormiga arriera Atta spp en follaje de aguacate Hass.....	44
Figura 28. Colonia de araña roja Oligonychus yothersi.....	45
Figura 29. Afectaciones por Phytophthora.....	46
Figura 30. Diferentes síntomas relacionados a la marchitez del aguacate.....	48
Figura 31. Severidad de la antracnosis en el fruto.....	49
Figura 32. Síntomas de canchros en cultivos de aguacate.....	51



Figura 33. Síntomas de Verticillium Nees.	51
Figura 34. Síntomas de fumagina en cultivo de aguacate..	52
Figura 35. Cosechando aguacate	53
Figura 36. Corte de pedúnculo en cosecha.....	54
Figura 37. Fruto de aguacate con exceso de humedad.....	54
Figura 38. Frutos de aguacate podridos por exceso de humedad.....	54
Figura 39. Frutos de aguacate empacados.....	56
Figura 40. Empaque en caja de cartón para exportación.	57
Figura 41. Transformación de aguacate en pulpa.....	58
Figura 42. Transformación de aguacate en aceite.....	58
Figura 43. Transformación de aguacate en polvo.....	59



Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación taxonómica.....	16
Tabla 2 Comportamiento floral del aguacate.....	17
Tabla 3. Alturas referentes para aguacate Hass en países de Latinoamérica.....	27
Tabla 4 Densidades de plantación.....	34
Tabla 5 Producción de aguacate.....	35





1. Origen y generalidades del aguacate

El aguacate es un árbol nativo de América Tropical Continental del que se tiene referencias hace 8000 y 10000 años., ubicado taxonómicamente en el orden Ranales, familia Lauraceae, género Persea, especie americana, cuyo nombre botánico es Persea americana Mill, del cual, de acuerdo con Popenoe (1920) se pueden diferenciar tres razas o grupos ecológicos a saber: mexicana Race (Raza o tipo mexicano), Guatemalan Race (Raza o tipo guatemalteco) y West Indies Race (Raza o tipo antillano). La raza mexicana tiene la particularidad de que sus hojas desprenden un olor a anís al ser estrujadas, mientras que la raza antillana tolera menos los climas fríos que las variedades de la raza guatemalteca y mexicana. La palabra aguacate viene del vocablo azteca “Ahuacall”.

“De acuerdo con investigaciones arqueológicas se ha podido establecer que el material de aguacate más antiguo, hasta ahora conocido proviene de Puebla (México), con una antigüedad de aproximadamente 12 mil años”. (Amórtegui, 2001, p.7). En Colombia los españoles reportaron su existencia en la zona caribeña de la sierra nevada de Santa Marta en donde los aborígenes lo cultivaban para consumir sus frutos, para el cuidado de la piel y el tratamiento de malestares estomacales. Se cultiva principalmente en Tolima, Cundinamarca, Cesar, Caldas, Cauca, Risaralda, Quindío, Antioquia, Huila, Valle del Cauca y Santander.

Es una planta dicotiledónea, su altura puede llegar hasta los 10 metros, es una baya importante en la dieta colombiana por sus características organolépticas, el valor nutritivo de la fruta (Vitaminas A, C y E) y como eficaz medicina preventiva, ya que contribuye a reducir el colesterol malo (LDL) y los triglicéridos por poseer lipoproteínas de baja densidad, y mejora el contenido de colesterol bueno (HDL). Además, se le reconocen propiedades antioxidantes, evita el riesgo de desarrollar arteriosclerosis, siendo beneficioso para controlar el asma y la artritis reumatoide. En el país se han utilizado las variedades: Booth 7, Booth 8, Choquette,

Collinred, Collinson, Fuerte, Hass, Lorena, Lula, Monroe, Rühle, Santana, Trapica, Trinidad, Waldin.

Las lluvias que requieren las diversas variedades de aguacate presentes en Colombia van desde 750 a 2500 milímetros por año. Los suelos deben ser profundos, con buen drenaje, arenosos y ligeramente ácidos, Ph 6,5. (Moncada & Ríos, 1969, p.2)

1.1 Incidencia del aguacate en la región de Occidente de Antioquia

De acuerdo con el plan de ordenamiento territorial agropecuario departamento de Antioquia (POTA), el área con aptitud efectiva para plantaciones de aguacate variedad Hass disponible en el occidente antioqueño es de 26587,21 hectáreas, de las cuales 0,31 ha están en A1, 13132, 97 ha en A2 y 13453,92 ha en A3.

En la caracterización realizada por el Complejo Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño a los productores de esta sub-región se logró evidenciar que las variedades de aguacate que más se cultivan son Hass 60%, Lorena 31%, Choquette, 1,75%, Reed 1,63%, Colin Reed 1, 63%, Nativo 1,26%, Otros 2,70%.

El aguacate Hass pertenece a una de las variedades de la raza guatemalteca, se adaptan a condiciones subtropicales, en zonas de vida de bosque húmedo premontano, temperaturas umbrales de 4 a 19 °C y alturas entre 1,200 y 2,400 msnm. Mientras que la variedad Lorena, perteneciente a la raza antillana, se desarrolla en zonas de bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano, su rango de adaptación está entre 0 y 1500 msnm, temperaturas entre 18 y 26 °C y con alta humedad relativa, presenta un tiempo aproximado de floración a cosecha de 5 a 8 meses, el peso del fruto está entre 250 y 1,000 gr (Romero 2012).

Así, las cosas de acuerdo con Zapata, Tobón y Patiño (2018) el 61.1% de los productores de aguacate del occidente antioqueño se ubica en la zona de vida bosque muy húmedo Premontano bmh-PM lo que



supone mayor exposición a la humedad y que se puede asociar a incidencia de enfermedades causadas por hongos en el cultivo.

El 41.17% de los productores de aguacate del occidente antioqueño se sitúa en alturas entre los 1800 a 2300 metros sobre el nivel del mar, seguido de un 27.94% que se encuentra entre los 1600 a 1800 msnm. Este resultado coincide con la tendencia a nivel nacional de plantar cultivos de aguacate Hass en alturas similares reportadas en el occidente del departamento de Antioquia.

Los municipios del occidente de Antioqueño con mayor número de predios con cultivos de aguacate son Liborina con 78, Santa Fe de Antioquia con 43,

1.2 Taxonomía

Barrientos (2000) afirma que: El aguacate pertenece a la familia Lauraceae y en la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies, y la mayoría se encuentran desde el sur

Sopetrán con 42, Olaya con 35, Cañasgordas con 28, Sabanalarga con 25 y Abriaquí con 21. Por otro lado, los municipios con mayores hectáreas sembradas son en orden descendente: Liborina, Sopetrán, Abriaquí, Anzá y Cañasgordas; lo anterior permite definir que el número de predios sembrados no está directamente relacionado con las hectáreas sembradas, ya que, por ejemplo, Cañasgordas tiene (28) predios sembrados que suman un total de 22,5 hectáreas; mientras que Abriaquí tiene (21) predios sembrados los cuales suman un total de 24,2 hectáreas. Es importante resaltar que el número de predios es equivalente al número de productores ya que cada predio corresponde a un agricultor.

de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia*) hasta Chile (*Persea lingue*). Solo son las excepciones *Persea indica* que se encuentra en las Islas Canarias (España) y probablemente otras del sur de Asia que se piensa pertenecen a *Persea*.

Tabla 1 Clasificación taxonómica.

Reino	Vegetal
División	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Subclase	Dipétala
Orden	Ranales
Familia	<i>Lauraceae</i>
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana Miller</i>

Fuente: Cultivo del aguacate o palta. Felipe Durán Ramírez.

1.3 Botánica

El aspecto más sobresaliente que presenta el aguacate es el de la dicogamia. Este se refiere a la naturaleza de la apertura de las flores. Las flores son hermafroditas, pero generalmente presentan problemas en su polinización

porque no coincide el tiempo de receptividad de los pistilos, con el derramamiento del polen.

Prácticamente todas las variedades y plantas provenientes de semilla, que han sido estudiadas, caen dentro de una de las dos siguientes categorías: "A", cuando el pistilo es receptivo en la mañana y el polen se derrama en la tarde; "B"



en el caso contrario; las dos categorías son así recíprocas en términos de polinización cruzada (Nirody, 1922; Stout, 1927).

Una flor de una variedad dentro de la categoría "A", se abrirá por primera vez en la mañana, cuando sus pistilos se han hecho receptivos; después se cerrará sin que se haya derramado el polen. Su segunda abertura ocurrirá por la tarde del día siguiente, cuando ya el polen se ha derramado, pero cuando los pistilos ya no son receptivos. Así, el ciclo total de abertura ocurrirá, aproximadamente en 36 horas, comportándose durante la primera abertura en la mañana como flor hembra y durante la segunda, en la tarde, como flor macho.

En la categoría "B", la flor se abrirá por primera vez era tarde .y por segunda vez en la mañana del día siguiente. Su ciclo de abertura cubrirá luego, alrededor de 24 horas, comportándose por la tarde como flor hembra y por la mañana como flor macho.

Sin embargo, se ha observado que la receptividad de los estigmas y la maduración del polen difieren de una variedad a otra, aunque en cada variedad se presenta el fenómeno a la misma hora. Esto conduce a recomendar la siembra de distintas variedades en los huertos de aguacate, y una racional distribución. Las colmenas de abejas ayudarán altamente a esta polinización cruzada (Ochse et al., 1965).

Listas extensivas de variedades de acuerdo a las categorías "A" y "B" del comportamiento floral, han sido preparadas por diferentes autores (Peterson, 1956; Ruehle, 1963). En la primera apertura el pistilo permanece sólo, con el resto de las partes florales generalmente pegadas, formando un ángulo con el pistilo; los sacos de polen permanecen cerrados. El estigma aparece fresco y es receptivo en esta etapa. En la segunda apertura, la flor aparece un poco más grande. Los estambres están presionados contra el pistilo y todos los estambres se han abierto o han botado su polen.

Tabla 2 Comportamiento floral del aguacate

Tipo Floral	Día 1		Día 2	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
A	Femenino	Cerrada	Cerrada	Masculino
B	Cerrada	Femenino	Masculino	Cerrada

Fuente: Agrosavia.

La semilla del aguacate es monoembrionica. Una semilla contiene un solo embrión con dos cotiledones grandes, carnosos bien unidos, formando una masa globular u ovada dentro de dos cubiertas apergaminadas. Los cotiledones grandes almacenan gran cantidad de alimento que contribuye, en buena parte, al crecimiento

de la plántula por unas cuantas semanas. Todas las plantas de aguacate son heterocigotas, que no se puede depender de ellas para producir árboles con abundante cosecha de fruto de buena calidad; sin embargo, en los países en donde se conoce el fruto, la gran mayoría de los árboles son propagados por semilla (chandler, 1962).



2. Morfología

2.1 Tipo de planta

Este es un árbol 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. Es una planta polimórfica.

Dentro de las diferentes formas del árbol están: columnar, piramidal, obovado, rectangular, circular, semicircular, semielíptico, irregular, entre otros. Es una especie que presenta dicogamia y protoginia, esto es, que las flores abren dos veces, actuando primero, como flores femeninas y posteriormente, como masculinas.



Figura 1. Árbol de aguacate. Fuente autores

2.2 Raíz

La raíz es pivotante, muy ramificada, de distribución radial; las raíces secundarias y terciarias se distribuyen superficialmente, en los primeros 60 cm, aunque la raíz principal puede superar 1,0 m de profundidad. El aguacate no forma pelos radiculares visibles. Quizás se encuentren micorrizas presentes; sin embargo, no se ha mencionado en la literatura. Entre el 80 y 90% de las raíces se encuentran entre los primeros 60 cm del suelo.



Figura 2. Raíz de aguacate. Fuente: autores



2.3 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. El patrón de ramificación puede ser: **Extensivo**: Cada rama sale abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento. **Intensivo**: Varias ramas salen abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento. **Ambos**: La distribución de las ramas puede ser: ascendente, irregular, verticilada, axial y horizontal.

2.4 Hojas

Las hojas del aguacate son pecioladas, alternas; su forma es diversa, pudiéndose encontrar formas como ovada, obovada angosta, obovada, oval, redondeada, cordiforme, lanceolada, oblonga y oblongo-lanceolada; el margen puede ser entero u ondulado; la base puede ser aguda, obtusa y truncada; la forma del ápice puede ser muy agudo, agudo intermedio, obtuso y muy obtuso, con unas dimensiones de 8 a 40 cm de longitud y de 3 a 10 cm de ancho. El haz de las hojas es verde rojizo cuando están jóvenes; cuando éstas maduran es verde, poco brillante; el envés es verde opaco; son pinnatinervias, con 4 a 10 pares de nervaduras laterales, que son prominentes por el envés. Las hojas se encuentran dispuestas en espiral y brotan en racimos.

2.5 Inflorescencias

Las flores están agrupadas en inflorescencias de tallo largo, que en número hasta de 10 crecen en las axilas, presentando grupos integrados que contienen hasta 450 flores, que pueden madurar en el transcurso de seis meses, de acuerdo a la temperatura y la variedad. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y solo entre el 0.01% y el 1% se transforma en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutos pequeños en desarrollo. A mayor floración menor porcentaje de cuajado (Figura 3).



Figura 3. Inflorescencia. Fuente: Autores

2.6 Flores

Son perfectas, trímeras, pequeñas, agrupadas en una panícula, hermafroditas, pubescentes con pedicelos cortos. Presentan un cáliz de tres sépalos y una corola tripétala, con 12 estambres, nueve funcionales y tres estaminoides; tienen un pistilo con un solo carpelo y el ovario con un solo óvulo. Su color es crema, amarillo, verde, café y rojo. La duración de las flores es de dos días, antes de ser fecundadas o caer.

2.7 Floración

El concepto tradicional sobre la floración de aguacate afirma que éste exhibe protoginia, es decir que, en la flor, maduran primero los órganos femeninos y posteriormente los masculinos con una dicogamia diariamente sincronizada. Las flores abren dos veces, la primera vez cuando el estigma es receptivo pero los estambres no están aún maduros, flor en estado femenino y la segunda vez, cuando el polen está listo pero el estigma ya no es receptivo, flor en estado masculino. De acuerdo con lo anterior, los árboles de aguacate pueden ser agrupados en dos clases: los árboles tipo A y tipo B. Los de tipo A presentan flores que abren primero en la mañana y la segunda vez en la tarde del día



siguiente; por el contrario, los de tipo B, presentan flores que abren primero en la tarde y de nuevo en la mañana siguiente. Una misma variedad no puede pertenecer a dos tipos florales. Aunque esta característica de las flores de aguacate se consideraba muy importante en una plantación, ya que para que la producción fuera la esperada, era muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración, en una proporción 4:1, donde la mayor población estaría dada por la variedad deseada, el concepto actual de la dicogamia diariamente sincronizada en aguacate, está totalmente revaluado de acuerdo con algunos investigadores, ya que se ha demostrado que la sincronización no ocurre con tal exactitud y que por lo tanto los árboles presentan un traslape, lo que significa que pueden tener al mismo tiempo flores de ambos sexos abiertas, ocurriendo entonces la polinización. Esto implica que árboles de una misma variedad o cultivar, se pueden polinizar así mismos, no siendo necesario sembrar variedades de distinto tipo floral y, por el contrario, es posible establecer un cultivo de aguacate únicamente con la variedad deseada. Este fenómeno ocurre comúnmente cuando las condiciones climáticas cambian repentinamente, como en el caso de días soleados con presencia de lluvias ocasionales, situación muy frecuente bajo condiciones del trópico. No obstante que la dicogamia sincronizada es un concepto que no se cumple a cabalidad, las diferentes variedades de aguacate a nivel mundial siguen siendo agrupadas de acuerdo con los tipos de floración, A y B.

Bajo condiciones de climas templados y subtropicales, se ha encontrado que algunas variedades facilitan el cuajamiento de frutos de otras, ya que ofrecen una alta polinización y afinidad con la variedad polinizada.

2.8 Fruto

Es una baya que varía en forma, según la raza, así: oblata, esferoide, esferoide alto, elipsoide, obovado-angosto, obovado, claviforme, romboide, periforme, ovoide o globoso. El color de la cáscara cuando éste está maduro puede ser verde, verde claro, verde oscuro, amarillo, anaranjado

claro, rojo, púrpura, negro y la mezcla de los anteriores (Figura 9); el de la pulpa puede ser marfil, amarillo, amarillo claro, amarillo intenso, verde claro, verde y otros. La corteza o cáscara del fruto del aguacate puede ser muy lisa, finamente papilada (con prominencias), papilada, muy papilada, finamente ahuecada, ahuecada, muy ahuecada, lustrosa, opaca, estriada, lobulada, rugosa, surcada o abollada. Su peso puede variar entre los 100 a los 3.000 gramos (Figura 4).



Figura 4. Fruto de aguacate. Fuente: Autores

2.9 Semillas

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. La superficie puede ser lisa, intermedia y rugosa; los cotiledones son hemisféricos de color marfil, amarillo, crema y rosa (Figura 5).





Figura 5. Semilla de aguacate. Fuente: Autores

3. Razas de Aguacate

Colombia está referenciada en la literatura por locación, como integrante de la región Mesoamericana donde tiene su origen el Aguacate. Su origen se establece en la Sierra Nevada de California y parte Alta entre México y Guatemala (Corpica 2014), donde logra su domesticación y apreciación como especie frutal; de ahí, su expansión hasta Suramérica, con importancia en Colombia, Ecuador y Perú, incluyendo parte de Centroamérica sobre el litoral pacífico para finalmente cubrir regiones importantes a nivel mundial.

Revisando el origen del aguacate, por diferentes técnicas y métodos de estudios arqueológicos y antropológicos indican que puede existir desde hace más de 10.000.000 de años, su uso doméstico en los años 8.000 y 7.000 A.C y aproximadamente 2.000 años se iniciarían procesos de dispersión en la región. Algunos autores coinciden en que la época de colonización, ya los nativos tenían calificados los ecotipos de aguacate de acuerdo a las condiciones biofísicas, ambientales y culturales

de la región. En Colombia identifican el aguacate en cercanía a la Sierra Nevada de Santa Marta y su expansión hacia el Sur.

Estos tres taxones o subespecies distintas, que actualmente son denominadas: raza mexicana, guatemalteca y Antillana según la clasificación de Popenoe (1920), Generalmente, dentro de cada raza los cultivares tienen respuestas similares a las condiciones edáficas y climáticas, dadas dentro de su proceso evolutivo. Sin embargo, existen varias diferencias entre las razas en relación a su adaptabilidad a las condiciones medioambientales.

Como resultado de la extensa distribución del germoplasma hacia zonas bastante alejadas de su sitio de origen, se ha producido que los actuales cultivares de mayor importancia económica, tanto en zonas subtropicales como tropicales son el resultado de la hibridación entre distintas razas (Kinght, 2007). Esta hibridación libre entre las razas ha generado un incremento en la diversidad genética y en la plasticidad medioambiental de las especies (whiley y Schaffer, 1994)



El mapa de origen de las razas de aguacate presenta a *Persea americana* var. Mexicana como originaria de México y extensión hacia Sur de León, California. *Persea americana* var. Guatemalteca ubicada entre Guatemala y El Salvador y *Persea Antillana* en Nicaragua; estas dos últimas sobre y hacia el litoral pacífico. Se considera ecotipo mexicano como resistente al frío, seguido de guatemalteco como frío moderado y Antillano apropiado para las regiones cálidas.

En la literatura encontramos referencias a características morfológicas como el tamaño de la hoja, la altura del árbol y el tamaño de los frutos y sus contenidos de fibra, grasa o corteza. Estas consideraciones son importantes al momento de calificar los cultivares de aguacate, asociados al medioambiente; teniendo en cuenta que las plántulas de aguacate con hojas grandes pueden tener mayores posibilidades de procesar nutrientes por mayor área de exposición solar. El tamaño de la hoja es inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar; a mayor altura, el tamaño de la hoja disminuye; en cuanto al tamaño de los frutos, la característica es similar, los aguacates de gran tamaño pertenecen a zonas cálidas y a medida que se incrementa la altitud, el tamaño del fruto disminuye.

En cuanto al contenido de grasa, las variedades de aguacate con mayor tamaño, en climas cálidos tiene porcentajes de grasa cercanos al 10%, mientras que variedades apropiadas para el clima frío incrementan su contenido de grasa hasta valores superiores al 20%.

El tamaño de los árboles de aguacate disminuye al incrementarse la altitud. Estas características son aparentemente independientes de volúmenes de producción; dado que frutos grandes con peso superior a los 1000 gramos, no significa que su producción por hectárea sea mayor que los árboles que producen frutas de aguacate con tamaño pequeño inferior a 250 gramos.

3.1 Raza Mexicana: *Persea americana* var. *Drymifolia*.

Originaria de las tierras altas de la zona central de México y conocida como raza mexicana, es la raza con mayor resistencia al frío, soportando temperaturas por debajo de los 0°C; sin embargo, temperaturas de menos -6°C, causan daños a las plantas y de -9°C causan su muerte. Las temperaturas óptimas para esta raza están entre los 5 y los 17°C. En Colombia, esta raza se adapta en alturas superiores a los 1.700 msnm hasta los 2.500 msnm; sus hojas son más pequeñas que las de las otras razas, son alargadas y con glándulas que contienen aceites esenciales, que al presionarlas desprenden un fuerte olor a anís, presenta flores pubescentes, los frutos son pequeños, de un peso entre 80 y 250 g, tarda en madurar en el árbol entre seis a ocho meses. Entre las tres razas, es la que mayor contenido de grasa posee en sus frutos, hasta un 30% y la de menor contenido de fibra, 2%. La cáscara es delgada y la superficie lisa. Normalmente es de tonalidades verde claro, pero algunas variedades presentan coloraciones rojas, moradas o casi negras. La pulpa es de muy baja cantidad de fibra, con un sabor muy característico a Nuez.

Las variedades características de esta raza son Mexicola, Puebla, Duke, Gottfried, Zutano, Bacón y Topa topa. Estas variedades no son comunes en Colombia por presentar alternancia expresada en una cosecha buena seguida de una cosecha mala. Mexicola se usa en Chile como patrón de Hass. Sus contenidos de grasa superan el 20% de su peso, en algunos casos.

3.2 Raza Antillana: *Persea americana* var. *Americana*

Originario de tierras bajas, cálidas y húmedas de Centroamérica. Se considera que el término antillano es inexacto, dado que el aguacate solo se conoció hasta el siglo pasado en Las Antillas. La subespecie Antillana fue clasificada como "Taxón de las tierras bajas" por Scora y Bergh (1992).



Referencias en los conquistadores sobre el aguacate encontrado en la inmediaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y varios autores que ubican esta raza como originaria de América del Sur en el Norte del territorio Colombiano, manifiestan que el origen de *Persea americana* Antillana sea Colombiano. (Morton, 1987; Patiño, 2002).

Se adapta a temperaturas de 18 a 26°C, frutos grandes, desde 250 hasta 2.500 gramos de peso, grasa entre 5 y 15%, las hojas de esta raza no son aromáticas. No soporta el frío, crece a alturas inferiores a 1000 msnm.

Variedades de la raza antillana:

Lorena (de Palmira, Valle del Cauca Colombia), Peterson, Simmonds, Trapp, Trapica, Plock, Común o Criollo y Curumaní.

3.3 Raza Guatemala: Persea americana var. Guatemalensis.

Originaria de las tierras altas de Guatemala, se adapta a condiciones subtropicales y soporta temperaturas entre 4 a 17°C, en Colombia, estos árboles se adaptan a alturas entre 1000 y 2000 msnm. Presentan hojas sin olor a anís y de mayor tamaño que las de raza Mexicana y de color verde más oscuro (Ibar, 1979).

En cantidad de grasa cercana al 20% supera a la raza Antillana, soporta bajas temperaturas y el tamaño de la fruta varía de pequeña a grande. Las variedades características de esta raza son: Hass, Lamb Has, Has Carmen, Red, Edranol, Itzamná, linda y Nabal.

3.4 Razas Híbridas

Híbridos Guatemala X Mexicana

Se clasifican en la raza Guatemala por su mayor porcentaje de participación en relación con la raza Mexicana, teniendo en cuenta que estas son las razas que mejor se complementan. Entre

los híbridos más representativos se encuentran: Fuerte, Ettinger, Colin V-33 y Gwen, entre otros.

Se resalta la importancia que presenta el aguacate Hass que actualmente ocupa aproximadamente el 85% de las explotaciones comerciales a nivel mundial. Sus derivaciones Lamb Has tardío y Hass Carmen temprano, con características que superan en producción al Hass o solucionan problemas de cosechas tempranas o tardías como solución a cosechas locas de algunos cultivares que inducen a alternancia.

Híbridos entre guatemalteca y antillana:

Este cruce híbrido tiende a ubicar características de resistencia al frío, disminuye el porte de los árboles, el tamaño de los frutos es menor y los tiempos de maduración en árbol también disminuyen. Los más representativos son: Booth 8, Choquette, Collinred, Collinson. Gripiña, Simil 44, Trinidad, Hall, Winslowson y Santana entre otras.

Mejoramiento Genético

La propagación de aguacate generalmente se realiza por reproducción sexual; sin embargo, la polinización cruzada es muy fácil entre diferentes razas y variedades y por tanto, la selección de árboles de buena producción con características especiales solo es posible de conservar mediante la reproducción asexual, por lo que se recomienda el uso de injertación para el mantenimiento de buenos cultivares de aguacate. Las principales cultivares de aguacate existieron con base en la raza Antillana y posteriormente su propagación se da en cruces entre Antillana y Guatemala.

Actualmente, los gustos y preferencias de los consumidores están cambiando hacia frutas de aguacate de menor tamaño, también es posible que las condiciones ambientales, el agua y las tecnologías de proceso avanzado puedan abrir esperanzas para aguacates de porte alto y gran tamaño.



4. Propagación

Importancia del material de propagación en la producción:

- Precocidad.
- Longevidad.
- Mantener la oferta del producto.
- Reducir dispersión de plagas.
- Asegurar rentabilidad y sostenibilidad.

Para lograr esto debemos usar siempre semilla de procedencia conocida o certificada.

Calidad de semillas o material vegetal.

La calidad se mide en un conjunto de atributos que involucra factores genéticos, fisiológicos, físicos y sanitarios.

Calidad genética:

- Capacidad transmitir caracteres deseados.
- Identificación de progenitores.

Calidad fisiológica y física:

- Capacidad para germinar y dar origen a plantas vigorosas.
- Libre de daños mecánicos.
- Sin contaminantes.

Calidad fitosanitaria:

- Libre de plagas: insectos, ácaros, hongos, nemátodos, virus, bacterias y arvenses,
- Sin deficiencias nutricionales.

Producción de Semilla Seleccionada en Colombia

No ha sido producida bajo control de generaciones. El Instituto Colombiano Agropecuario ICA sólo ejerce labores de control legal sobre la comercialización de semilla y material vegetal.

registros de semilla seleccionada y por ende NO hay semilla certificada por el organismo regulador, en este caso el ICA.

Los huertos destinados a la producción de semillas deben cumplir requisitos como, por ejemplo:

- Selección- Identificación semillas parentales por pureza varietal, procedencia y calidad.
- Siembra en lotes aislados y apropiados para producción de semillas.
- Manejo fitosanitario.
- Cosecha, Acondicionamiento, Empaque.

La propagación es de tipo sexual y asexual. Ambos tipos de propagación son aplicados actualmente en la cadena productiva del aguacate.

Propagación sexual: Se da exclusivamente cuando se pone a germinar la semilla para dar origen a una nueva planta. En la producción comercial este método es usado para generar árboles de patronaje.

Tener en cuenta la selección de semillas por diámetro, peso, buena condición fitosanitaria y que sea semilla sana.

Propagación asexual: En este tipo de propagación predomina el método de injertación para la producción comercial de variedades genéticamente mejoradas.

Lo ideal es hacer selección de varetas de árboles sanos con buen número de yemas o puntos crecimiento y sin daños por plagas.

Tanto en la propagación sexual como en la asexual se debe optar por la calidad genética del material a reproducir. De una buena selección depende el éxito del proyecto en la fase productiva.

Para permitir un buen desarrollo de las plantas en el campo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos en la fase de vivero:

- Trasplante oportuno.
- Buena formación de raíces.

Para aguacate no se tienen



- Adecuada formación de tallo y follaje.
- Densidad de plantas.
- Manejo del Sombrío.
- Manejo del Riego.
- Momento oportuno de labores como enjertación y eliminación de rebrotes.
- Bolsa tipo 1: Calibre 3 con aditivo U.V, mínimo 9 perforaciones en el tercio inferior, polietileno negro de primer uso, 43 cm de largo y 20 cm de ancho incluyendo fuelle (bolsa vacía).

5. Condiciones climáticas

Meteorología: Tratado de fenómenos físicos que suceden en la atmósfera.

Ciencia que estudia los fenómenos naturales que se producen en la atmósfera y que dan lugar al tiempo atmosférico.

Meteorología agrícola: Es la ciencia que trata de cierta parte del entorno físico que rodea a las plantas.

Su principal objetivo es establecer con claridad cómo influyen las variaciones de tiempo y clima en las tareas del campo.

Tiempo vs Clima:

El **tiempo** desde el punto de vista climático, es la suma total de las propiedades físicas de la atmósfera, o sea de los elementos (temperatura, viento, humedad, presión atmosférica, etc) en un periodo cronológicamente corto, es el estado momentáneo de la atmósfera.

Como cada uno de los instantes es más o menos prolongados en el tiempo, y en extensión, se le denomina tipo de tiempo. Estos tipos de tiempo atmosférico cambian con el paso de las horas y los días; pero tienden a repetirse tipos de tiempo atmosférico similares en ciclos anuales y

Normatividad para viveros

Resolución 3180 de 2009 del ICA. Por medio de la cual se establecen los requisitos y procedimientos para la producción y distribución de material de propagación de frutales en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.

en las mismas fechas aproximadamente. A esa repetición anual de tipos de tiempo es a lo que llamamos **clima**.

Microclima: Llamamos microclima al que no tiene divisiones inferiores, como el que hay en una habitación, debajo de un árbol o en una determinada esquina de una calle, son características climáticas de un sitio muy pequeño.

¿Para qué estudiar el clima?

- Obtener series de datos de tiempo suficientemente representativos para hacer deducciones y predicciones de la influencia del clima sobre el aspecto agrícola.
- Convertir esos datos en formas que puedan ser usadas y entendidas.
- Poder formar un marco de referencia agroclimático.
- Tener esta herramienta para zonificaciones de cultivos.
- Predicción de plagas y enfermedades.
- Disminución de daños a los cultivos por las condiciones de la atmósfera.
- Incrementar eficiencia de cultivos.



Factores



- Altitud
- Latitud
- Relieve
- Cercanía a la costa
- Corrientes marinas

Elementos



- Temperatura y Humedad
- Radicación Solar
- Precipitación
- Presión atmosférica
- Vientos

Figura 6. Factores y elementos del clima. Fuente: Adaptado de memorias del curso Manejo Agronómico de Aguacate Hass, Rionegro 2018.

1. Factores del clima:

Se consideran invariables y permanentes para un lugar dado

- Latitud
- Altitud
- Relieve
- Cercanía al mar

- Corrientes marinas

a. Latitud y la producción de aguacate

Distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del Ecuador.

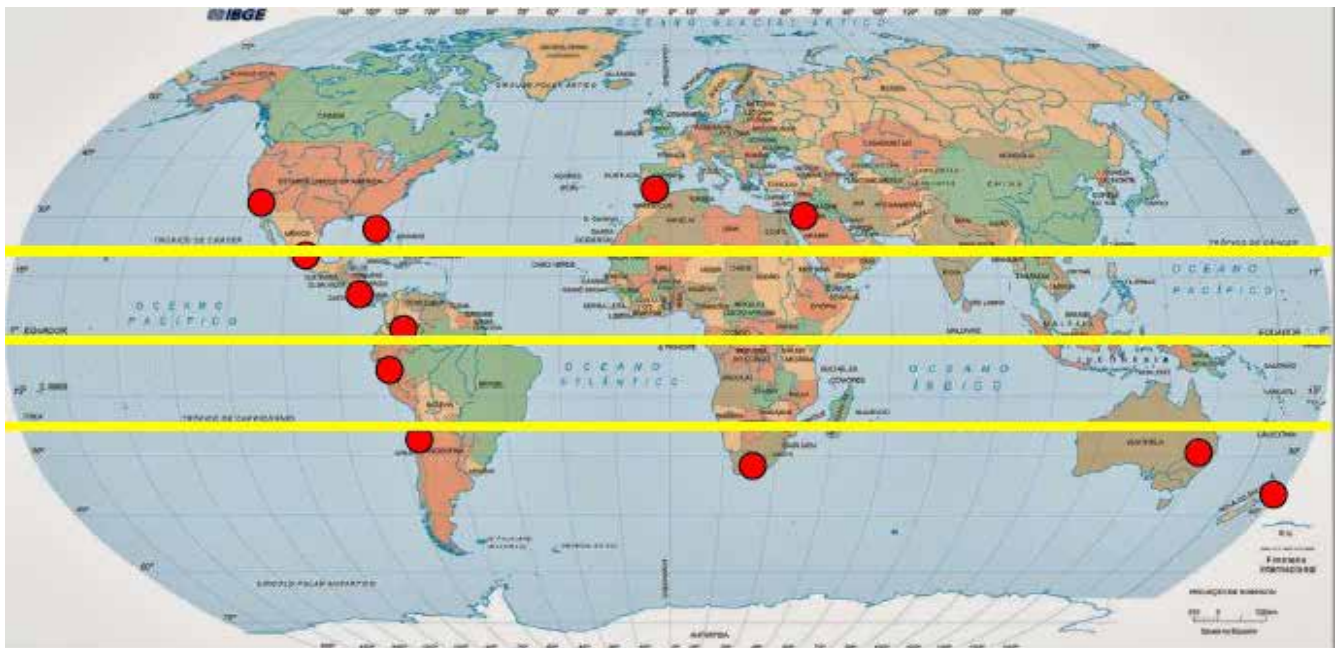


Figura 7. Referentes latitudinales para cultivo de aguacate. Fuente: Adaptado del curso "Manejo Agronómico del Cultivo de Aguacate", Rionegro 2018.



b. Altitud

Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.

¿La altitud es el mejor indicador de factibilidad del cultivo de aguacate?

Tabla 3. Alturas referentes para aguacate Hass en países de Latinoamérica.

PAIS	Altura Sobre el Nivel del Mar (m)
Colombia	1800 – 2500
México	1500-2000
Costa Rica	1200-1800
Perú	Nivel del mar

Fuente: Memorias del curso “Manejo Agronómico del cultivo de aguacate”, Rionegro 2018.

c. Relieve

Determina a las formas que tiene la corteza terrestre en la superficie.

d. Cercanía a las costas

Cabe recordar que no siempre al nivel del mar es caliente.

2. Elementos del clima

Son variables. Su variación está determinada por los factores del clima.

- Temperatura
- Humedad
- Radiación solar
- Precipitación pluvial
- Dirección y velocidad del viento
- Presión atmosférica

Temperatura

Efecto de la temperatura sobre la flor de

aguacate

El principal elemento climático que afecta la producción de aguacate es la temperatura durante el periodo de brotación.

Una diferencia aún de 1 ó 2 °C puede tener fuerte efecto durante el amarre de fruto.

Temperaturas mínimas

Se pueden provocar daños en los árboles de aguacate cuando se alcanzan 1.2 °C.

El tamaño del árbol, edad, vigor, carga de fruta y prácticas culturales son factores influyentes sobre el daño por frío.

Las razas mexicanas de aguacate son las más tolerantes al frío. Árboles maduros son capaces de resistir temperaturas por debajo de -4 °C sin daño alguno.

Sin embargo, esta raza, que tiene resistencia al frío, y es proviene de tierras altas subtropicales, es sensible al calor y sufre de daños en hojas, abscisión de flores y frutillos, y en algunos casos se afecta su fertilización a temperaturas por encima de 32°C.

Las bajas temperaturas < 12°C pueden influir en la floración y reducir la fertilización, por la reducción de número de flores con estado femenino.

Las bajas temperaturas reducen la actividad de insectos, provocando una menor polinización.

Bajas temperaturas facilitan la autopolinización debido a una parcial sobre posición de las fases masculinas y femeninas de cada flor.

Bajas temperaturas promueven crecimiento de raíz y acumulación de material seca en frutos, y ambos pueden sufrir con las altas temperaturas.

Heladas: Es el descenso de la temperatura por debajo de 0°C.

Control de Heladas por métodos Indirectos:

- Ubicación adecuada de la



plantación.

- Elección de especies y variedades resistentes.
- Modificación de los periodos de floración. Condiciones apropiadas del suelo. (Deshierbes, riego, evitar mullir el suelo).

Control de Heladas por métodos directos:

- Cubiertas de plantas
- Producción de humos o nieblas artificiales.
- Riegos.
- Ventiladores.
- Calentamiento del aire.



Figura 8. Daño por helada. Fuente: Adaptado del curso "Manejo agronómico del cultivo de aguacate", Rionegro 2018.

Temperatura máxima

La mayor consecuencia de altas temperaturas puede ser la reducción de crecimiento de raíz, la presencia de flores anormales, mala polinización y caída de fruto. Temperaturas por encima de 30°C son suficientes para dañar a las raíces. Altas temperaturas alteran la relación entre raíz/brotos vegetativos, en favor a los vegetativos y conllevan al árbol hacia el crecimiento vegetativo en detrimento del amarre de fruto.

El ciclo floral del aguacate es muy sensible a la fluctuación térmica. Temperaturas del día arriba de 30 °C o bajo de 20 °C afectan la floración.

Los granos de polen y el crecimiento de tubo polínico son inhibidos a 35°C; además hay secado de mucosa en estigma impidiendo adherencia y retención de granos de polen. Se afecta elongación y división celular de frutos. Con 33°C durante el día y 23°C en la noche, se tienen pocas flores y un periodo de floración muy corto que en condiciones de 25 / 15 es normal.

Ante altas temperaturas, la aplicación de mulch y cubiertas de suelo mantienen las raíces frescas.

Temperatura media

Temperatura del día con 20 °C y nocturna de 5 – 15 °C promueven inducción floral.

La temperatura más adecuada para el comportamiento floral, crecimiento de tubo polínico y desarrollo de embrión fue 25 °C de día y 20 °C de noche.

Precipitación

Precipitación entre 1200 y 1600 mm, sin granizo.

La precipitación más aceptable es aquella no mayor a 1,500 mm bien distribuidos durante todo el año.

Es importante conocer la cantidad de precipitación, pero también se debe considerar



la evaporación y la distribución de la lluvia.

Exceso de lluvia puede reducir el rendimiento y la calidad de fruta, debido a la reducción de oxígeno y promover condición de pudriciones radiculares.

Condiciones prologadas de saturación también reduce el vigor general de los árboles.

Los patrones de lluvia son importantes cuando la elevada precipitación en ciertos periodos de crecimiento puede impedir el amarre de fruto y causar su caída.

La humedad adecuada después de amarre de fruto es esencial para mantener el crecimiento de fruto, debido a que el retraso en el crecimiento de fruto es irreversible.

Alta humedad durante y después de amarre de fruto es crucial. Se sabe que una disminución aguda de humedad después de amarre de fruto es conocida como la causa de caída.

Granizo

Es una forma de precipitación donde las partículas de agua se han solidificado en

gránulos de hielo. Puede tumbar grandes cantidades de frutos en formación o lastimarlos por los golpes disminuyendo su calidad.

Humedad relativa

Humedad relativa mayor de 32 % durante la floración y <80% en fructificación.

Condiciones de calor y alta humedad relativa, provoca ataques de antracosis, pudriciones de fruto y daño por insectos.

Radiación solar

Es la energía que viaja en forma de ondas electromagnéticas provenientes del sol.

Radiación solar en un rango de 21,600 – 27,000 Lux es ideal para el normal desarrollo de la planta a partir de la fotosíntesis.

Viento

Velocidad máxima del viento <35 km/h.

Las condiciones favorables para la actividad de las abejas son temperaturas entre 14 y 26°C y vientos inferiores a 35 km/h.

Arme su propia estación meteorológica

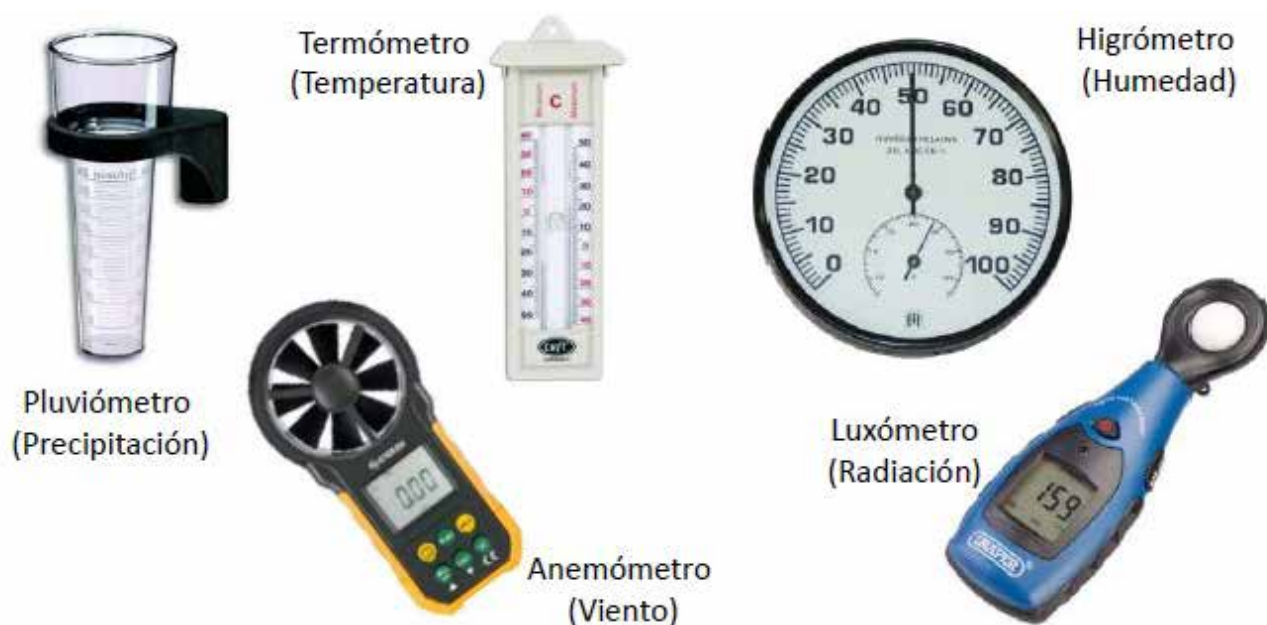


Figura 9. Aparatos para medir elementos del clima. Fuente: Adaptado del curso "Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate", Rionegro 2018.



Uso de las TICS

El uso de las aplicaciones móviles se convierte en una herramienta de primera mano para medición y predicción de fenómenos climáticos.



Figura 10. Aplicaciones móviles para consulta y medición de estados del tiempo. Fuente: Adaptado del curso “Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate”, Rionegro 2018.

6. Establecimiento del cultivo

Para iniciar un proyecto de establecimiento de cultivo de aguacate es conveniente resolver interrogantes como:

Factores económicos

- ¿Cuánto cuesta mantener el cultivo?
- ¿En cuánto tiempo comenzarán las cosechas?
- ¿Qué hacer con la fruta?

Factores técnicos

- ¿Cuenta con apoyo técnico?
- ¿Conoce lo mínimo para el manejo del cultivo?
 - Ante un problema de producción ¿Qué hacer?

Ubicación geográfica

Tener conocimiento de la ubicación y de ante mano acceder a información respecto a:

- Distribución de la tierra.
- Vías de acceso a la finca.
- Poblaciones próximas.
- Orografía.

6.1 Selección del terreno

Es importante hacer una caracterización detallada del predio para destinar los espacios necesarios para los siguientes componentes del sistema productivo:

- Vías internas.
- Drenajes.
- Terrazas.



- Sistemas hidráulicos.
- Ubicación infraestructura.
- Sectorización a través de análisis de suelo.
- Cables aéreos de transporte.
- Triángulo.
- Distancias.
- Nuevas tecnologías para trazo.

6.2 Trazado

- Curvas a nivel.
- Cuadro.

Curvas a nivel: Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar.

Este sistema de trazado es recomendado para conservación de suelos en zonas de ladera.

Cuadro: Sistema de trazado en el cual se guardan distancias iguales entre plantas y entre surcos. Es un sistema recomendado para zonas planas o en aquellos que la pendiente no supere el 10%.

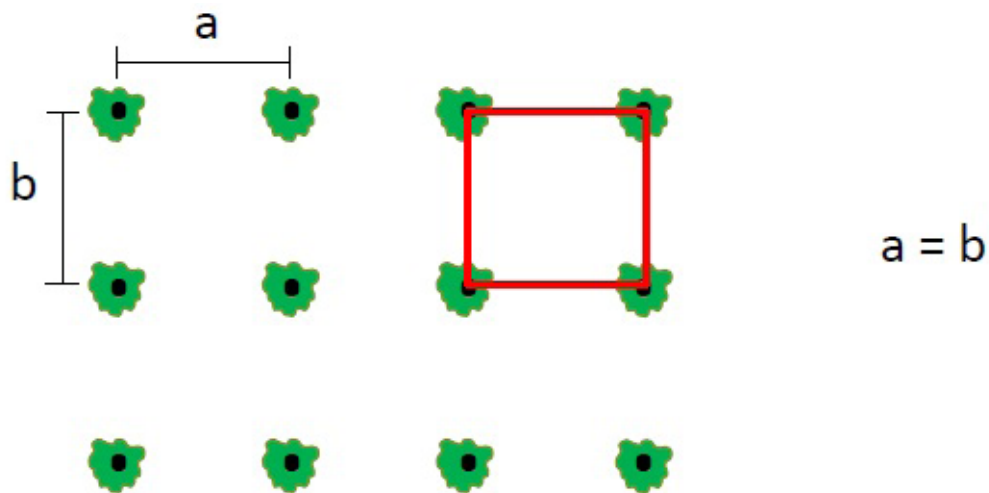


Figura 11. Trazado en cuadro. Fuente: Adaptado de memorias del curso "Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate", Rionegro 2018.

Rectángulo: Sistema de trazado similar al cuadro pero se diferencia en que la distancia entre plantas es diferente a la distancia entre surcos. Es un sistema recomendado para zonas planas o en aquellos que la pendiente no supere el 10%.

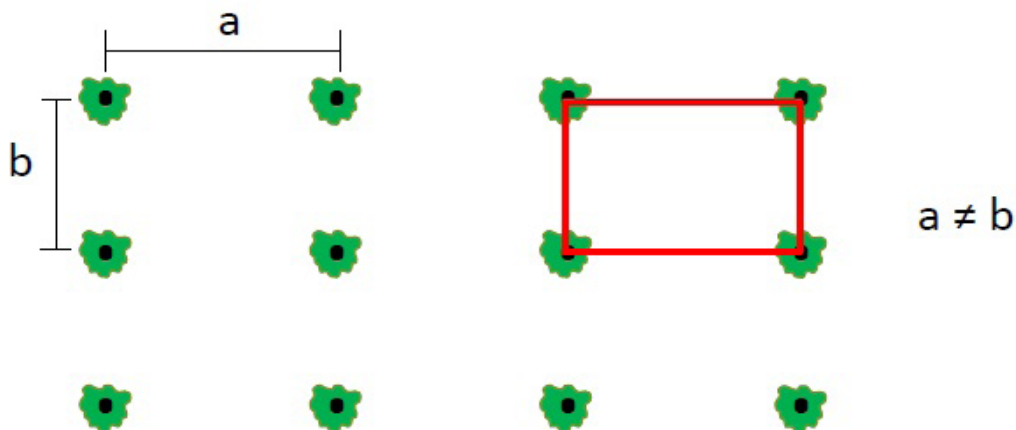


Figura 12. Trazado en rectángulo. Fuente: Adaptado de memorias del curso "Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate", Rionegro 2018.



Triángulo o tresbolillo: este sistema de trazado se caracteriza por permitir una mayor densidad de siembra en la misma área, comparada con el cuadro o rectángula. En este sistema de trazado cabe un 15% más de árboles y además es recomendado para conservación de suelo en zonas de pendiente.

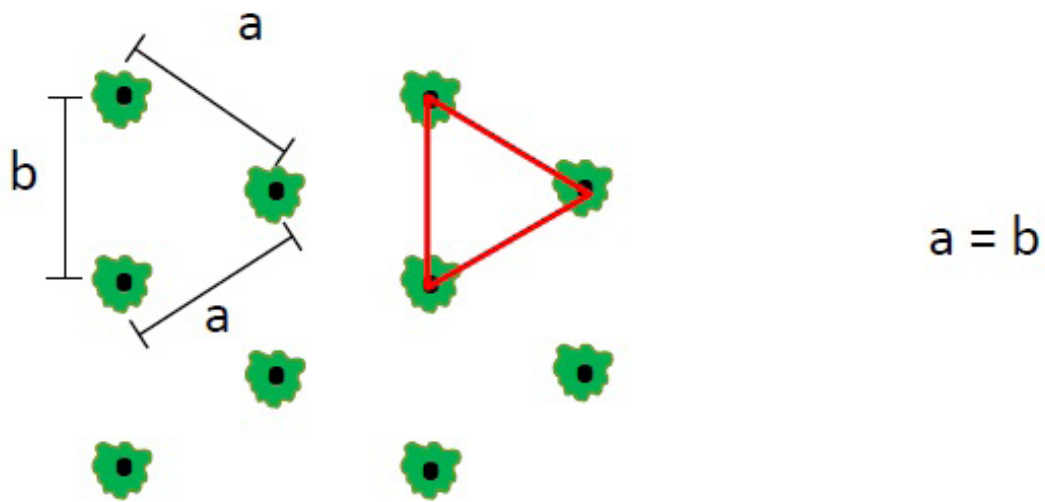


Figura 13. Trazado en triángulo. Fuente: Adaptado de memorias del curso “Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate”, Rionegro 2018.



6.3 Distancia de plantación

Sea cual sea el marco de plantación y su distancia, existen algunos principios que deben considerarse antes de tomar la decisión de la densidad de plantación.

La fotosíntesis está correlacionada al total de la superficie la cual es expuesta efectivamente a la luz y esta eventualmente determina el total de producción de energía y materia seca. Por lo tanto, es esencial que se alcance una gran superficie de hojas lo antes posible.

Se requiere al menos 30% (y para ciertos procesos de la planta cantidades considerablemente mayores) de la radiación solar disponible para

que todos los procesos de la planta funcionen normalmente.

Los árboles sólo pueden utilizar la luz interceptada por las hojas de la copa. La forma del árbol y la exposición efectiva de las hojas determinará la intercepción de luz y penetración hacia zonas internas.

Sin buena captación de luz, no hay crecimiento suficiente, muerte regresiva de brotes, pobre tamaño de fruta, pérdida de fertilidad de flores y baja diferenciación floral.

Exposición a la luz conlleva zonas de producción.

Árboles emboscados comienzan a manifestar disminución en sus zonas de producción.



Figura 14. Árboles emboscados. Fuente: Autores.



La altura de las plantas no debe sobrepasar el 80% de la distancia entre hileras.

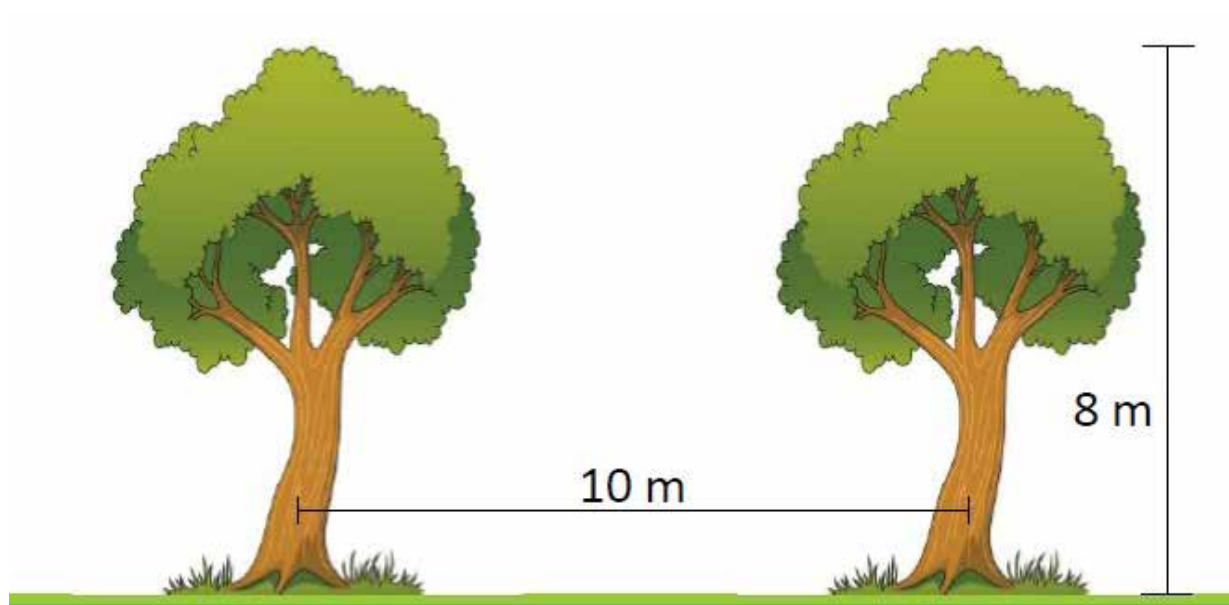


Figura 15. Altura vs. Distancia entre hileras. Fuente: Adaptado de memorias del curso “Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate”, Rionegro 2018.

La orientación espacial de los árboles deberá ser tal que ocurra la utilización óptima de luz sobre el total de las hojas durante el día dependiendo del movimiento del sol.

Normalmente, la orientación de las líneas es de Sur a Norte, pero puede ser adaptado de acuerdo a la latitud, ubicación y aparición de quemaduras por el sol y otras consideraciones prácticas.

Tabla 4 Densidades de plantación

DISTANCIA ENTRE FILAS	DISTANCIA ENTRE HILERAS	PLANTAS/ha
10	10	100
9	9	123
8	10	125
8	8	156
7	7	225
5	7	285
6	6	289
5	6	333
5	5	400

Fuente: tomado de memorias del curso “Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate”, Rionegro 2018.

$$\text{Árboles / ha} = \frac{10,000}{\text{DF} \times \text{DH}}$$

Donde:

DF = Distancia entre filas

DH = Distancia entre hileras

En tresbolillo agregar un 15 %



Nuevas tecnologías de trazo.

Altas densidades: A pesar de que la alta densidad es más costosa para el establecimiento de la plantación y su mantenimiento, el punto de equilibrio es alcanzado en menor tiempo comparado con las plantaciones estándar.

Plantaciones convencionales de 100 a 200 árboles de aguacate por ha puede bajo ciertas circunstancias no ser económicamente justificables.

Es largo el periodo requerido para que la inversión produzca un ingreso positivo y el periodo aún más largo para producir un cultivo comercialmente rentable.

En la etapa en que los árboles alcanzan su potencial de producción óptimo, son inmanejablemente grandes, lo que hace que la operación de recolección sea peligrosa y los programas de aspersión inefectivos.

Debido a que los árboles grandes en esta etapa se están entrecopando, la producción disminuye y se deben tomar medidas drásticas.

Las cortas distancias de plantación tienen el potencial de altos rendimientos y rápido retorno de inversión comparado contra las distancias tradicionales o estándar.

Cortas distancias generalmente producen altos rendimientos en los primeros años en comparación con las distancias estándar.

Tabla 5 Producción de aguacate

Densidad	Medida de producción (Kg/árbol)			Producción acumulada		
	Árboles/ha	Año 1	Año 2	Año2	Kg/árbol	t/ha
800		1.9	21.3	19.8	43	34.4
400		0.2	26.8	17	44	17.6

Fuente: tomado de memorias del curso "Manejo Agronómico del cultivo de Aguacate", Rionegro 2018.

Eliminación de árboles en altas densidades

Plantar árboles en una escala intensiva y luego eliminar de acuerdo con un sistema preestablecido cuando ocurra el emboscado.

La eliminación de árboles cuando son saludables y buenos productores es contraproducente y psicológicamente duro.

La solución es temporal y debe repetirse dentro de algunos años con una nueva acción de eliminación de árboles.

Nota: Plantar árboles de acuerdo con un espaciado realista y lógico, y utilizar un sistema de control de árboles para dar forma y contener el árbol dentro del espacio asignado.

No se debe esperar a que ocurran problemas antes de actuar, sino que dar forma a los árboles de acuerdo con los principios establecidos de la planta.

El éxito de esta tecnología depende en el uso de métodos para el control de brotes vegetativos y maximizar la intercepción de la luz.



6.4 Ahoyado

Desinfección de hoyos.

Es recomendable la desinfección de la zona para evitar daños por patógenos de la raíz.

La desinfección se realizará principalmente en zonas donde anteriormente hubo una planta de aguacate.

Aplicación de acondicionadores del suelo.

Se pueden agregar microorganismos benéficos para poblar la cepa.

Pueden ser hongos capaces de formar micorrizas y también los del género *Trichoderma*.

Aplicación de enmiendas al suelo.

La aplicación de enmiendas cálcicas como cal agrícola, cal de construcción, dolomita y yeso agrícola deberá ser supervisada por el técnico responsable.

Aplicación de materia orgánica.

La decisión de aplicar un producto orgánico, su dosis y tipo de material deberá ser supervisado por un técnico.

6.5 Trasplante al campo

Es posible iniciar una plantación estableciendo la semilla directamente en el campo.

Cuando son árboles procedentes de vivero se debe hacer un hoyo de un tamaño promedio de 40 cm x 40 cm x 40 cm teniendo en cuenta el tamaño de la bolsa del almacigo y las recomendaciones de un técnico.

6.6 Tutorado

Es necesario instalar un sistema de tutorado luego de la siembra para orientar y sostener el árbol durante los primeros meses en el campo.



Figura 16. Tutorado. Fuente: Autores.



7. Riego y Drenaje

La disponibilidad de agua es factor determinante que influencia el crecimiento del árbol, producción y calidad del fruto. La época comprendida entre el cuajado del fruto y su madurez fisiológica, es el periodo más crítico, en el que el cultivo debe disponer de agua suficiente, más no encharcamiento, pues se genera el ambiente propicio para el establecimiento y desarrollo de hongos patógenos. Así mismo, durante el establecimiento del cultivo se recomienda determinar los requerimientos por árbol, para esto, es importante ubicar acertadamente los equipos de riego, calibrarlos y realizar el mantenimiento oportunamente y evitar errores en el manejo y frecuencia del riego. Se recomienda instalar sistemas de riego localizado que son más eficientes, (ICA & APROARESAT, 2009).

Para determinar la cantidad de agua requerida por el cultivo de aguacate (requisitos de riego), lo primero que se debe establecer es la evapotranspiración (ET) del sitio donde se encuentra el cultivo. La evapotranspiración (ET) es la suma de dos fenómenos que tiene lugar en la relación cultivo-suelo, la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo, la misma constituye la pérdida fundamental de agua, a partir de la cual se calcula la necesidad de agua de los cultivos, (Ecured, 2018). Las medidas de evapotranspiración pueden ser tomadas directamente en campo o de información de la estación meteorológica más cercana.

Según Jiménez (1992) citado por Grajales (2017), hay muchos factores que influyen en la magnitud de la evapotranspiración de un cultivo como el tipo de suelo, nivel de humedad, prácticas culturales y variedad dentro de cada cultivo; estableciendo el valor de la (ET) de manera adecuada se puede determinar el agua suplementaria necesaria a través de riego. Si la cantidad de agua agregada es la requerida por el cultivo y se suministra de acuerdo a buena programación, se aumenta la producción y se mejora la calidad del fruto, (Grajales, 2017).

Es importante que antes de realizar la siembra se identifiquen aquellos lugares en el lote por donde pasa el agua para así realizar oportuna y eficientemente las zanjas de drenaje evitando que algún árbol quede ubicado en aquellos sitios que van a tener agua permanentemente. Así mismo una vez el cultivo ya esté establecido es bueno identificar aquellos árboles a los que es necesario realizarles una zanja en media luna por la parte de encima con el fin de desviar el agua y evitar encharcamientos en sus plateos, (ICA & APROARESAT, 2009).

8. Fertilización

La fertilización está directamente relacionada con las condiciones del suelo donde se encuentra el cultivo. Para establecer adecuadamente la fertilización se debe realizar un análisis del suelo en el cual se determine su estado actual, en este análisis se conocen los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, entre otros; los cuales son indispensables para el crecimiento adecuado de las plantas. Según el Manual técnico para el cultivo de aguacate, expedido por el ICA y la asociación de productores de aguacate del Retiro-Antioquia, para la fertilización se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La primera fertilización debe hacerse al mes de sembrado, utilizando para ello un fertilizante completo que aporte todos los nutrientes necesarios como nitrógeno, fósforo, potasio y menores (Hierro, manganeso, Boro, Cobre, Zinc, Molibdeno entre otros).
- El abonamiento durante el primer año debe hacerse de ser posible mensual, en pequeñas dosis.
- A partir del segundo año la aplicación de fertilizante se puede hacer menos frecuentemente, cada 2 meses.
- La localización del fertilizante alrededor del árbol debe hacerse considerando la ubicación de la mayor cantidad de raíces activas, asegurando así el eficiente



aprovechamiento de los fertilizantes aplicados. Estas raíces se hallan localizadas en la zona de la gotera.

- Hay que tener en cuenta que el fertilizante químico es asimilado por la planta siempre y cuando el suelo esté húmedo.
- Se recomienda no sembrar en épocas de veranos o inviernos muy extremos, pues tanto la escasez como el exceso de agua hacen que el establecimiento y arranque de los árboles sea más lento.
- La fertilización foliar se debe realizar cada 2 meses y se puede utilizar para ello un fertilizante foliar completo.
- Los árboles deben ser encalados 2 veces en el año aplicando la cal en toda la zona del plateo. Esto debe hacerse en épocas de lluvia, ya que el agua es la encargada de activar la acción de la cal. Además, debe tenerse en cuenta que la cal nunca debe ir mezclada con el fertilizante químico, por el contrario, debe ir espaciada por lo menos un mes la aplicación del fertilizante de la aplicación de la cal.

9. Podas

En aguacate se deben realizar varios tipos de podas. La primera es la de formación, la cual se realiza a los 5 meses de edad del árbol y que tiene como objetivo cortar la dominancia apical de aquellos árboles cuyo crecimiento es muy erecto para estimular la formación de ramas laterales. También se deben retirar aquellas ramas que se encuentren muy cerca del suelo, esta labor se hace cuando los árboles tienen 1 metro de alto y las ramas que se eliminan son aquellas que están en los primeros 15 cm. Cuando el árbol está más grande se deben hacer podas de aclareo las cuales buscan dar aireación y entrada de luz al interior del árbol, haciendo así que las yemas florales de las ramas interiores se activen y evitando el ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades y establecimiento de algunas plagas y enfermedades. La época indicada para realizar

las podas es en el inicio de la floración, (ICA & APROARESAT, 2009).

Para realizar las podas de manera que se dañe lo menos posible al árbol y se recupere a la mayor brevedad posible, deben tenerse en cuenta las recomendaciones indicadas por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) en el Manual técnico número cinco (5) de “Tecnología para el cultivo del aguacate”:

- Eliminar la menor cantidad posible de madera verde y hojas.

- Esta práctica se debe hacer en las primeras horas de la mañana, para reducir el estrés sobre la planta.

- Se deben usar herramientas, tijeras o navajas con buen filo; los cortes deben ser limpios y en bisel, teniendo cuidado de no magullar la corteza.

- Se recomienda desinfectar las herramientas al pasar de una planta a otra; se pueden emplear para la desinfección soluciones a base de hipoclorito de sodio, como Clorox o Límpido o a base de yodo como Vanodine o Agrodine); la dilución de estos productos debe ser al 1%. Por lo anterior, es aconsejable emplear dos herramientas, una que permanece sumergida en el desinfectante y otra con la que se realiza la labor de poda.

- Para prevenir la entrada de enfermedades por las heridas hechas, se debe aplicar un fungicida (Mancozeb, en dosis de 3,0 g/l) dirigido a los cortes de las plantas podadas.

- Cuando el grosor de la rama cortada supera 1,0 cm, se recomienda aplicar sobre la herida una pasta cicatrizante, la cual se puede hacer mezclando un insecticida, un fungicida y un sellante.

10. Control de Arvenses

En el cultivo de aguacate se deben controlar las arvenses que se encuentran alrededor del plato del árbol, esto se puede hacer de manera mecánica o manual con herramientas como la guadaña, logrando que se mantengan a nivel del piso sin que el suelo quede desprotegido por la cobertura vegetal, evitando de esta manera afectar las



raíces (sistema radicular) del árbol, ya que, en el aguacate estas se encuentran muy superficiales.

Dependiendo de los casos, en algunos cultivos se puede dar la aplicación de sustancias químicas (herbicidas) para el control de malezas, teniendo en cuenta las recomendaciones de un ingeniero agrónomo.

11. Fisiología

El desarrollo de la planta de aguacate se puede describir en dos grandes fases; la fase vegetativa y la fase reproductiva. Cada fase consta de diferentes etapas:

11.1 Fase vegetativa

En esta fase, la planta desarrolla una gran área foliar y consta de cinco etapas.

Etapas 1. Corresponde al período vegetativo de una rama que ha terminado su crecimiento. La yema terminal es alargada y delgada; en las axilas de las hojas, las cuales son de formación reciente, se observa la emisión de yemas axilares.

Etapas 2. Las yemas terminales finalizan su desarrollo y empiezan a crecer o a hincharse.

Etapas 3. En esta fase las yemas inician su desarrollo, se hinchan y las escamas que recubren la yema comienzan a desprenderse; posteriormente las yemas toman un color amarillo. El tamaño de la base de las yemas es precisamente el mismo que en el estado anterior, pero se da una mayor separación de las escamas.

Etapas 4. La yema terminal se transforma en un brote juvenil, cuyo color está entre rojo oscuro o rojo pálido; sin embargo, las hojas no alcanzan todavía su total desarrollo.

Etapas 5. Finaliza la formación de las hojas. Las hojas alcanzan su total desarrollo pero aún conservan la coloración de la etapa anterior. El limbo en sus actividades fotosintéticas, regulación estomática, etc, no es todavía completamente funcional.

Al finalizar la maduración de las hojas, las cuales adquieren un color verde claro, se repiten nuevamente las etapas de desarrollo.

Ramificación.

Está en función del vigor de la planta; coincide con el período de alargamiento, se establece una competencia entre las yemas apicales y axilares, lo que trae como resultado la aparición de nuevas ramas y la formación de la copa o dosel, con un crecimiento horizontal y vertical.

11.2 Fase reproductiva

La fase reproductiva se inicia cuando termina la etapa vegetativa o juvenil del árbol; por lo tanto, se inicia con la formación de las inflorescencias, es decir, con la floración.

11.3 Floración

La floración en aguacate consta de cinco etapas:

Etapas 1. Las yemas axilares terminan su formación y empiezan a crecer o hincharse, en las cuales empiezan a aparecer las inflorescencias.

Etapas 2. De las yemas laterales diferenciadas empiezan a aparecer las inflorescencias.

Etapas 3. Los pedúnculos florales se alargan.

Etapas 4. El pedúnculo floral alcanza su estado definitivo y el racimo floral está perfectamente definido.

Etapas 5. Se inicia cuando los pedúnculos florales se separan y los pedicelos se abren.

11.4 Fructificación

Se considera el inicio de esta etapa cuando se produce la fecundación de la flor, la cual ocurre 24 horas después de la polinización. Consta de dos etapas:

Etapas 1. Los pétalos secos recubren el ovario. En esta etapa se presenta la caída de las flores, por la mala o nula polinización.



Etapa 2. Alargamiento del pedúnculo, diferenciación del fruto y desprendimiento de los órganos florales

11.5 Desarrollo del fruto

La división celular continúa hasta que el fruto alcanza la madurez fisiológica.

Crecimiento. Se inicia la producción de frutos y se acentúa el crecimiento. Duración de 1.5 a 3 años.

Plena producción. Abundantes floraciones y fructificaciones. Inicia a partir del cuarto año; se da la máxima expresión entre cinco y ocho años y se estabiliza la producción.

12. Plagas del Aguacate

12.1 Trips (*Trips frankliniella* y *Trips scirtothrips*)

Hay varias especies a nivel mundial, se considerada plaga agrícola debido a la gran sobre poblaciones en los cultivos. Los *trips* son plagas hospederas del aguacate y es de suma importancia económica, porque afecta el sector productivo considerablemente, aunque existen muchas especies, solo se considera plaga un porcentaje muy bajo de ellas estimado en un 1%. Entre las especies más identificadas en los cultivos de aguacate se encuentra *Frankliniella* y *Scirtothrips* según (Johansen, 2011, pág. 6).

Los trips son pequeños estos insectos pueden medir entre “0.3 mm a 14 mm” (Johansen, 2011, pág. 10). Estudio realizado en su biología se basa en cinco estados: “huevos, estados ninfales, prepupa, pupa y adulto”. Esta plaga ataca principalmente las hojas, tallos, inflorescencias y frutos del aguacate afectando su presentación porque produce mal formación y cicatrices en los frutos. (...)

“Las lesiones originadas pueden ser puntos de entrada de microorganismos patógenos” (Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México, 2016).

Se han realizado ensayos para el manejo de los *Trips* con enemigos naturales como *Megaphragma mymaripenne* y *Thripobius*. Se recomienda consultar con personal técnico encargado de las áreas productivas. Monitoreo constante, podas fitosanitarias, se puede reducir la cantidad de *trips*, entre otras actividades se puede tomar un manto blanco y rodear el árbol se procede a sacudir lo cual permite que se puedan atrapar allí, el mantillo también controla los arvenses. (Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México, 2016) (Johansen, 2011, pág. 25) Explica las alertas tempranas que debemos tener en cuenta cuando tenemos la presencia de la plaga en el cultivo:

Hoja: 15 Trips.

Flor: Más de 3 Trips.

Fruto: Arriba de 7 Trips.



Figura 17. Trips. *Frankliniella*. Fuente <https://www.google.com.co/search?q=trips+frankliniella+occidentalis+pdf>





Figura 18. Daño por Trips. Fuente: Autores

12.2 Monaloniom Monaloniom velezangeli

Es una plaga del aguacate que causa pérdidas entre 50% y 100%, ataca brotes vegetativos, flores, inflorescencias y frutos de aguacate. Los productores de varios departamentos consideran una de las principales plagas del aguacate. Según (Senasica & Colpos, 2013) en clima frío reduce la producción en un 7%.

Son conocidos como chinches del aguacate, Pasa por los estados de huevo, ninfa (con cinco instares ninfales que se diferencian por tamaño y por presencia de rudimentos alares) y adulto. (Senasica & Colpos, 2013). El Monaloniom durante cada estado tiene un aspecto totalmente diferente al de cada ciclo, como lo explican (Ramírez Cortes, Gil Palacio, Benavides Machado, & Bustillo Pardey, 2008)

Las ninfas son de color naranja, con manchas rojas y negras en cabeza, abdomen, patas

y antenas, pasa por los estados de huevo, ninfa, tienen cinco instares ninfales que se diferencian por tamaño y por presencia de rudimentos alares) y adulto.

El Monaloniom causa daño en los cultivos de aguacate, porque succiona la sabia a la planta, provocando un exudado en la planta de color café o rojizo, ataca tallos, hojas, inflorescencias y frutos. (Senasica & Colpos, 2013)

El Monaloniom es difícil de observar, por eso se recomienda realizar monitoreos con frecuencia, solo se evidencian los daños recientes, en tallos tiernos se deja ver con una exudación rojiza e hinchazón en los frutos se manifiesta con un color rojizo pasando a un de color café oscuro con el tiempo.

Se aconseja hacer recolección y destrucción manual de los insectos en sus diferentes estados, o quemarlos mediante flameo con una antorcha en los sitios en donde se agrupan los insectos (Vivas et al., 2005; Pinzón et al., 2008).



Figura 19. Macho y Hembra de Monaloniom velezangeli. Fuente: <https://co.images.search.yahoo.com>.





Figura 20. Daño de *Monalonion velezeangeli* en frutos.
Fuente: Autores.

12.3 Pasador del fruto (*Heilipus lauri*)

Este insecto perteneciente a la familia de los Coleópteros, es considerada plaga de importancia económica en la exportación de aguacate Hass para los Estados Unidos, siendo esta una de las plagas cuarentenaria que más afecta los cultivos de aguacate en Colombia. Aunque el Occidente antioqueño referente al departamento de Antioquia es una zona relativamente nueva apenas visible en la producción de aguacate, esta plaga ya se encuentra localizada en varios cultivos de aguacate en la subregión.

(*Heilipus Lauri*) se identifica por su coloración negro, rojo o café, en su estado adulto, el insecto mide entre 14 y 17 mm de largo. Las hembras presentan un pico más curvo, largo y grueso que los machos. Este Coleóptero tiene cuatro fases huevo, larva, pupa y adulto. (Castañeda-Vildózola, Del Angel-Coronel, Cruz-Castillo, & Váldez-Carrasco, 2009)

(Devia, 2015) nos explica el proceso de afectación en el fruto que realiza la hembra, la cual deposita el huevo en la epidermis del fruto transcurrido 12 días después de la ovoposición, sale la larva pasa el fruto haciendo grietas, las cuales se pudren con el tiempo, cuando la larva llega al hueso esta se instala allí, y se alimenta del mismo hasta

empupar. La pupa a su vez se alimenta del hueso hasta llegar a su estado adulto dentro de la misma semilla algunas veces la larva cae al suelo y empupa allí.

Los daños ocasionados por *Heilipus lauri* son de consideración ocasionando grandes pérdidas, afectando su presentación en el mercado nacional e internacional. Su manejo debe realizarse de acuerdo al índice de daño, es importante realizar un monitoreo continuo, elegir material de viveros confiables y recolectar los adultos de forma manual o pupas y larvas que algunas veces se dejan caer alrededor del árbol, realizar podas fitosanitarias para prevenir las sobre poblaciones de *Heilipus lauri*.



Figura 21. Adulto de *Heilipus lauri*. Fuente: Autores.

12.4 Barrenador de la Semilla (*Stenoma catenifer*)

La polilla de la semilla del aguacate, *Stenoma catenifer*, es una plaga de importancia en el cultivo del aguacate por las restricciones que ocasiona para la exportación de frutos en fresco y el impacto significativo debido a las prácticas de manejo aplicadas (Téliz y Mora, 2007) y el (Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012).



Los adultos son polillas de calor café claro, con puntos negros sobre sus alas en forma de "S", su estado larval tiene 5 instares sin diferencias de forma marcadas, pero cambia de color: desde blanco, café claro, rosado hasta morado en el dorso y azul en el vientre. La mayor afectación se refleja cuando este llega a su estado larval perfora la semilla y provoca la caída prematura de este. En épocas diferentes a la fructificación, puede perforar ramas tiernas y hasta matar árboles pequeños. Se recomienda utilizar material de viveros certificados, monitoreo continuo y uso de trampas de luz realizar podas fitosanitarias. (Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012)

12.5 Cucarrón Marceño (*Phyllophaga obsoleta*)

Le corresponde ese nombre porque se presenta entre los meses de marzo, abril y mayo, durante esta temporada trimestral, se presenta en casi todos los cultivos de aguacate de país, aunque no es plaga cuarentenaria, en el Occidente Antioqueño se le puede encontrar en varios cultivos de aguacate por lo que muchos productores manifiestan preocupación por la presencia de esta siendo también una plaga de importancia económica.

Son de color café oscuro con rayas amarillas o viceversa en su estado adulto, en estado larval son de color blanco con coloración café. Las larvas se conocen con el nombre de chizas o Mojojy y viven en el suelo y comen raíces o restos de vegetales. (Villa & Osorio, 2012) El Cucarrón Marceño daña hojas, flores y frutos del aguacate, dañando la calidad del producto, se debe realizar monitoreo continuo y realizar la recolección manual de los adultos y las larvas en las horas de la mañana ya que los hábitos alimenticios de este escarabajo son nocturnos.



Figura 22. Fruto de aguacate Hass con daño de *Stenoma Catenifer*. Fuente: Autores



Figura 23. Larva de *Stenoma Catenifer* en semilla de aguacate Lorena. Fuente: Autores



Figura 24. Daño por Marceño *Phyllophaga Obsoleta*. Fuente: Autores





Figura 25. Daño por Marceño *Phyllophaga Obsoleta* Fuente: Autores

12.6 Hormiga Arriera (*Atta spp*)

Este insecto se ha localizado en varias fincas de aguacate del Occidente antioqueño, siendo una plaga considerable por alimentarse de las hojas de las plantas. Las hormigas arrieras poseen tres castas diferentes: obreras, reinas y machos. Hormigas recolectoras hacen cortes del follaje provocando la defoliación total o parcial del árbol. Se debe realizar monitoreo de acuerdo a la incidencia de la plaga, de igual manera se puede hallar la ubicación y dañar el nido de la plaga.



Figura 26. Adulto de Hormiga arriera *Atta spp* Fuente: Autores.



Figura 27. Daño por Hormiga arriera *Atta spp* en follaje de aguacate Hass. Fuente: Autores.

12.7 Ácaros Y Arañitas (*Oligonychus yothersi*)

En Colombia hay diferentes especies de plagas entre ellas los ácaros, los cuales tienen como hospedero principal el aguacate. En el Occidente Antioqueño se han hallado varias especies de ácaros siendo la arañita roja (*Oligonychus yothersi*) una de los más comunes en la zona y la que causa mayor afectación.

Los ácaros y arañitas son difíciles de observar a simple vista, por su tamaño diminuto, Las larvas recién emergidas son de color amarillo tienen tres pares de patas (Estrada et al., 2014), en sus estados ninfales son un poco más ovaladas, tienen cuatro pares de patas, los machos son también de color rojo, pero más claros que las hembras, se les encuentra en colonias debajo de las hojas y en las nervaduras de estas. El daño consiste en agujerear los tejidos del follaje y succionar la savia, causando el secamiento de las hojas. El follaje muy afectado puede secarse y caer prematuramente. Cuando su población es alta, puede ocurrir una defoliación; así lo sustenta (Kondo et al., 2011) Tomado de (Estrada et al., 2014)





Figura 28. Colonia de araña roja *Oligonychus yothersi*. Fuente: https://co.images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=A9FJtrsigaJbMksA2tTXdAx.;_ylu=X3oDMTB0N2Noc21IBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNwaXZz?p=ara%C3%B1a+roja+en+aguacateros&fr2=piv-web&fr=yhs-iba-1&hspart



13. Enfermedades del Aguacate

Debido a malas prácticas culturales y a que los cultivos de aguacate son nuevos en el occidente y gran parte de los productores manejan sus cultivos en asocio con café se presentan proliferación de virus y hongos que son causados por el exceso de humedad en las partes del tallo y raíz de los cultivos en este capítulo se describen las enfermedades de mayor incidencia en los cultivos de aguacate del occidente y su manejo.

Las enfermedades son Causadas por agentes patógenos bacterias, hongos, nemátodos, virus. Unos evolucionan más que otros o se crea un desequilibrio en los ecosistemas donde se permite que algunas especies evolucionen y se vuelvan invasoras o creen un efecto negativo en algunos cultivos.

13.1 Tristeza del Aguacatero (*Phytophthora sp*)

Existen varias especies de *Phytophthora* entre la que encontramos: (*P.cinnamomi* Rands (*P. citrícola* Sawada., *P. cactorum*, *P. parasítica*, *P. palmivora*, *P. heveae*), que afectan los árboles de aguacate en diferentes regiones del mundo(Julián & Molano, 2006) sin embargo la especie *Phytophthora*

cinnamomivar. Cinnamomi (= *Phytophthora cinnamomi*) ha sido identificada como una de las causantes principales de la marchitez del cultivo de aguacate. Confirmando esta teoría (Elizabeth, Eduardo, & Fernando, 2017) realizaron una investigación que les permitió confirmar la presencia de *P. cinnamomi* en los aislamientos y, por lo tanto, asociar su presencia con la pudrición radicular en las zonas. Siendo una de las enfermedades que más afecta en el occidente antioqueño, el hongo afecta raíces y base del tallo, lo coloniza totalmente, evitando la absorción de agua y, sus efectos son marchitez progresiva, secamiento y muerte repentina del árbol. La enfermedad se desarrolla con más facilidad en suelos con altos contenidos de humedad y poco drenaje del agua.

Los principales síntomas para la *Phytophthora cinnamomi* los describe Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, (2014) amarillamiento foliar, marchitez de hojas, retraso en el crecimiento, muerte de yemas apicales y laterales, floración excesiva, alta producción de frutos de menor calibre y maduración prematura en el árbol. Estas plantas presentaron en estados avanzados de desarrollo una escasa o nula área foliar acompañado de muerte descendente y destrucción total de las raíces secundarias.



Figura 29. Afectaciones por *Phytophthora*. Fuente: Autores



La enfermedad afecta arboles jóvenes desde el vivero hasta los arboles adultos. La pudrición se observa en las raíces pivotantes, las laterales y el cuello, extendiéndose en el tronco hasta unos 50 cm aproximadamente, Produce grandes áreas necróticas, de color marrón oscuro, sin profundizar en el leño, la enfermedad se presenta en focos, en las zonas más húmedas. Los árboles afectados detienen su crecimiento, el síntoma más visible es el amarillamiento generalizado de las hojas.

Pierden Su color verde normal y son de apariencia pálida. Con el transcurrir del tiempo, se presenta un amarillamiento leve pero generalizado del árbol. La falta de absorción de agua causa estrés hídrico lo que se refleja en rebrotes y florescencias excesivas. Los frutos son muy numerosos y de tamaño pequeño se observa marchitez leve pero progresiva del árbol, aún en condiciones de adecuada humedad, debido a la pudrición de las raíces absorbentes, disminuyendo la toma de agua y nutrientes. (MOLANO1, 2007)

(Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, 2014) identificaron cinco microorganismos y un factor abiótico, como causantes de los síntomas de marchitez en cultivos de aguacate, agentes causales *Phytophthora cinnamomi*, *P. heveae*, *P. citrícola*, *Verticillium sp.*, *Cylindrocarpon destructans*, y como factor abiótico el déficit de oxígeno en el suelo.

Si bien la especie *P. cinnamomi* ha sido reportada como la mayor causante, debido a la diversidad de agentes causales que pueden ocasionar la marchitez, se hace necesaria la identificación precisa en cada caso, , como base fundamental para un manejo integrado del problema.(Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, 2014) para tratar el problema es necesario identificar claramente el agente causal de la enfermedad y no incurrir en gastos innecesarios y contaminación de suelos sin que esto nos genere resultados positivos.

Manejo de la enfermedad.

La mayor causa de la proliferación de la enfermedad es debido a desordenes bióticos y abióticos por lo que se sugiere un buen

manejo el cultivo, la adecuada nutrición, control de exceso de humedad y manejo de arvenses son prácticas que nos ayudan a prevenir la enfermedad.

Una de las recomendaciones principales es utilizar porta injertos que han demostrado resistencia genética frente a la *Phytophthora*. Se recomienda utilizar variedades de aguacate criollo como porta injertos que estén adaptadas a las zonas y que demuestren resistencia a la enfermedad. Según (Petra Andrade-Hoyos1§, Mecanismos de defensa en portainjertos de aguacate, 2007) “Los porta injertos Thomas a 17 °C y Duke-7 a 28 °C se consideran tolerantes por mostrar porcentaje similar de tilosas en plantas con síntomas de marchitez”.

Control Biológico y cultural.

Cuando se realizan semilleros estos se deben establecer en zonas libres de la enfermedad donde allá un buen control de la humedad, utilizar sustratos que garanticen un buen drenaje, y sometido a solarización la aplicación de micorrizas y hongos antagonistas como *Trichoderma sp*, *Bacillus Aspergillus*, *Penicillium*. Ayudan a fortalecer la planta y prevenir la enfermedad tanto en semilleros como en plantaciones establecidas.

En cultivos la recomendación es evitar las lesiones de raíz, los arboles infectados deben arrancarse y quemarse en el mismos sitio para evitar propagación del hongo. La utilización de materia orgánica ayuda a establecer un equilibrio en el suelo que ayudan al control natural de la enfermedad,

Control químico.

Cuando se tiene los primeros síntomas de la enfermedad, se deben realizar aplicaciones en el plato del árbol de fungisidas abase de Metaxil +Mancozeb, en productos como Ridomil Golg o fosetil Aluminio (Aliette).

Inyecciones al tronco del árbol de un producto a base de ácido fosforoso y fertilizantes en fósforo y potasio siguiendo las recomendaciones de la etiqueta y de un agrónomo.





Figura 30. Diferentes síntomas relacionados a la marchitez del aguacate. Fuente: (Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, 2014).



13.2 Antracnosis

Muerte descendente de ramas y brotes
(*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & Schrenk. (anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.))

La muerte descendente ataca brotes tiernos, tallos, hojas y frutos, se manifiesta tanto en viveros como en plantaciones en campo y se presenta con más intensidad en condiciones de alta humedad relativa aumentando rápidamente el problema.

Signos y síntomas de la enfermedad.

En plantas de vivero se observa muerte descendente de la copa y pudrición del injerto. En plantas adultas genera muerte progresiva y descendente de ramas y cogollos de color café oscuro a negro; además, se puede encontrar masas de color salmón en los tallos, correspondientes a estructuras del hongo cuando se está en época de floración la enfermedad provoca la caída de flotes y frutos en formación. En los frutos la enfermedad se manifiesta con lesiones de color café en el pedúnculo de frutos en formación y provocan su caída en estados tempranos de desarrollo. En cosecha y postcosecha se presentan

manchas redondas y de tamaño variable en cualquier parte del fruto..(Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012,p.34)

Recomendaciones.

En condiciones de cultivo se deben realizar podas de aclareo que permitan mayor luminosidad y aireación a los árboles sellando las heridas con pintura a base de agua, utilizando brocha, o aerosol para cicatrizar las heridas.

Se ha demostrado experimentalmente que el tratamiento de frutos de aguacate en poscosecha, con aislamientos de *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas sp.*, reducen o retardan el desarrollo de la antracnosis en almacenamiento (Korsten et al., 1997; 1998; Montoya et al., 2004)(Estrada et al., 2014)

Aplicar fungicidas específicos para el control del hongo, con ello elaborar un plan de aplicaciones donde se utilicen diferentes ingredientes activos, siguiendo las recomendaciones del asistente técnico y de la etiqueta del producto. Al respecto, Tamayo (2005) reporta el uso de productos que contienen Oxiclورو de cobre, Hidróxido cúprico, Benomyl, Metil Tiofanato, Carbendazim, Tiaben- dazol o Difenconazol como ingrediente activo.(Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012)

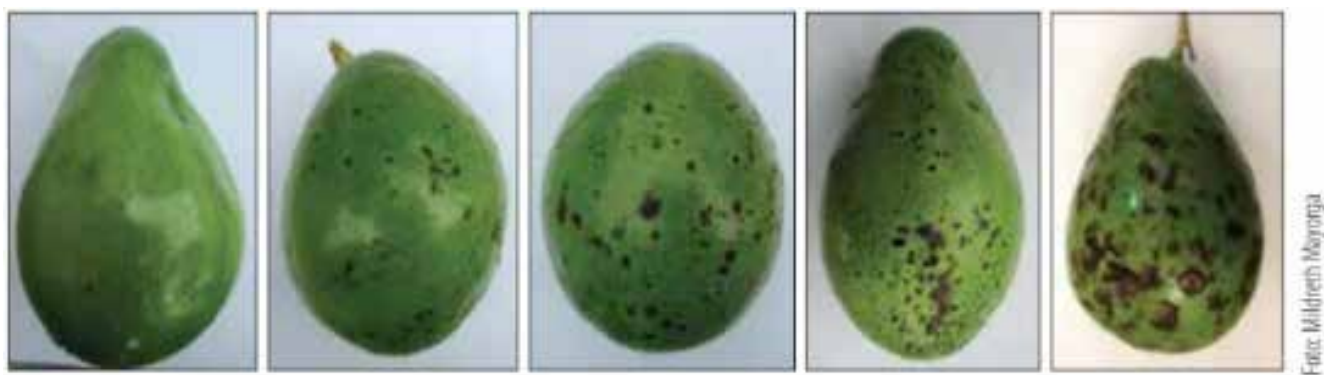


Figura 31. Severidad de la antracnosis en el fruto. Fuente: (Reina Noreña J, Mayorga; Cobos MJ, Caldas; Herrera SJ, Rodríguez; Valenzuela J, 2015).



13.3 Peca en cultivo de aguacate

(*Glomerella* sp. (Anamorfo:
Colletotrichum sp.) *Cercospora* sp.)

Enfermedad de importancia económica ya que afecta frutos y causa pérdidas significativas en la cosecha si no es controlada de forma adecuada.

El síntoma de la peca en fruto se inicia como un punto protuberante café oscuro, su crecimiento es lento y se vuelve progresivo a medida que avanza el desarrollo del fruto. Este proceso se puede evidenciar en la cáscara del fruto durante dos meses aproximadamente. Existe una relación estrecha entre los patógenos *Glomerella* sp. y *Cercospora* sp. con el síntoma de la peca. (Reina Noreña J, Mayorga; Cobos MJ, Caldas; Herrera SJ, Rodríguez; Valenzuela J, 2015) Al respecto (Reina Noreña J, Mayorga; Cobos MJ, Caldas; Herrera SJ, Rodríguez; Valenzuela J, 2015) explica los agentes causales de la peca donde se realizaron aislamientos y se encontraron estructuras correspondientes al hongo *Glomerella* sp. (anamorfo *Colletotrichum* sp.), agente causal de la antracnosis del fruto. Adicionalmente, el laboratorio de fitopatología del ICA de la ciudad de Ibagué, reportó otro hongo fitopatógeno asociado al síntoma de la peca: *Cercospora* sp.; género al cual pertenece la especie *P. purpurea*, agente causal de la mancha negra del fruto en el cultivo de aguacate.

13.4 Cancro bacteriano (Cáncer de tronco) *Nectria galligena*, *Fusarium episphaeria* y *Phytophthora boehmeria*

La enfermedad se evidencia con más frecuencia en cultivos con baja ventilación, follaje denso, mínima penetración de los rayos solares a la parte del tallo, en cultivos en asocio con café y alta humedad en el suelo se evidenciaron los síntomas en mayor cantidad. La enfermedad se manifiesta

en tronco y tallo de los árboles con unas infecciones y que al presionarse exuda un líquido acuoso, en el exterior se observan escamas y lecciones que expulsan un polvo blanco similar a granos de azúcar o harinas, en los reportes realizados por Torres et al., (2000,p.8) donde describen dos tipos de cancos: tipo A (manchas oscuras en el exterior, con lesiones café rojizo en el interior y que profundizaron hasta el cilindro central del tronco), en donde se encontraron asociados a *Fusarium Oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* y *Nectria galligena*; tipo B (manchas irregulares, oscuras en el exterior y café claro bajo la corteza, hasta un metro de altura del tronco, ocasionalmente con gomosis) en donde se encontraron asociados a *Phytophthora heveae*, *P. cinnamomi* y *P. parasítica*.





Figura 32. Síntomas de canchros en cultivos de aguacate.

Fuente: Autores

13.5 Marchitez, *Verticillium* (*Verticillium* Nees)

La marchitez por *Verticillium* sp., es una enfermedad de creciente importancia en cultivos de aguacate en Colombia, que frecuentemente es confundida con la pudrición de raíces causada por *P. cinnamomi* var. *cinnamomi* (Estrada et al., 2014).

La marchitez por *Verticillium* sp. Se ha encontrado amarillamiento inicial generalizado, acompañado de flacidez en las hojas, detención del crecimiento de la planta, y decaimiento emi-lateral. Cuando la enfermedad avanza las hojas se tornan de una coloración café oscura permaneciendo adheridas, posteriormente empieza un

proceso de muerte emi-lateral descendente, lo cual provoca la muerte completa de la planta, (Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, 2014)



Figura 33. Síntomas de *Verticillium* Nees. Fuente: AGROSAVIA

13.6 Roña (*Sphaceloma perseae* Jenk)

Se presenta con más frecuencia en zonas con humedad relativa alta, los trips son una puerta de entrada para los patógenos los síntomas, al inicio se observan lecciones redondas e irregulares en los frutos que van avanzando hasta cubrir el fruto.

En los frutos se observan lesiones redondas o irregulares de color pardo o café claro, de apariencia rugosa, protuberantes, que pueden unirse y afectar gran parte del fruto (Estrada et al., 2014) Con el agrietamiento de las áreas afectadas, se favorece el ingreso de otros organismos, afectando su valor comercial, se advierten lesiones en hojas y ramas pequeñas; en casos severos lucen distorsionadas y con retraso



en el crecimiento. Así mismo, se pueden observar manchas protuberantes de color castaño y variadas formas que posteriormente aparecen en nervaduras, peciolo y corteza de las ramas (Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012) en ataques severos las hojas se encrespan se comban hacia arriba y pueden llegar a morir.

Manejo

Realizar podas de aclareo, que permitan mayor luminosidad y aireación a los árboles.

13.7 Mancha angular (*Pseudocercospora purpurea*)

Esta enfermedad afecta hojas y frutos, y se prolifera principalmente por deficiencias nutricionales en los árboles, el hongo ataca los frutos y solo se manifiesta en la etapa de postcosecha,

Síntomas: “Produce infecciones latentes en campo antes de la cosecha y únicamente se manifiesta en los frutos en la etapa de postcosecha.

Se observan manchas de tamaño pequeño (0,3 a 1 cm de diámetro), de color marrón o café oscuro, de formas irregulares o angulares, con bordes rojizos definidos y rodeadas de un marcado halo clorótico. En postcosecha, origina la llamada “**mancha negra del fruto**” y llega a causar pérdidas del 2% en condiciones de inadecuado almacenamiento. Las lesiones son de tamaño mediano (1 a 2 cm de diámetro), de color negro, bordes angulosos

o irregulares rojizos desmejoran la apariencia del fruto (Julián & Molano, 2006)

En Hojas y ramas “Se observan manchas individuales de color marrón a púrpura rodeadas de un halo amarillo, muy pequeñas (2,5 mm de diámetro aproximadamente) las cuales pueden unirse y formar manchas irregulares de color marrón” (Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012, p.34). en el almacenamiento, el centro de la lesión toma una coloración gris a negra, debido a la esporulación del hongo que causa la enfermedad y puede llegar a deteriorar la pulpa, lo cual facilita la entrada de otros hongos en postcosecha, como *C. gloeosporioides* (Ploetz et al., 1994; Mejía, 1999; Tamayo, 2004) citado por (Estrada et al., 2014)

13.8 Fumagina (*Capnodium sp*)

Su incidencia y severidad es común en las hojas bajas del árbol y se ve agravada por condiciones de humedad relativa alta y la presencia de hormigas, cochinillas, áfidos y moscas blancas, que secretan sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento superficial del hongo e impiden el normal desarrollo de la fotosíntesis. Los síntomas se muestran sobre la superficie de la hoja y los tallos, se observa una delgada capa de un polvillo de color negro, que semeja un hollín, el cual se desprende fácilmente al rasparlo. En ocasiones, la fumagina afecta los tallos y los frutos, deteriorando la calidad de los mismos (Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), 2012)



Figura 34. Síntomas de fumagina en cultivo de aguacate. Fuente: Agrosavia.



13.9 *Rosellinia sp*

Se caracteriza por marchitez generalizada, amarillamiento foliar y muerte rápida, las hojas permanecieron adheridas y adquirieron una tonalidad café oscura. Se observó reducción en el sistema de raíces, con desarrollo de masa micelial abundante de color blanco. A partir de tejido vegetal incubado en cámara húmeda a temperatura ambiente se logró realizar micromontajes; en estos se observó un micelio de forma cilíndrica, tabicado, ramificado y de color pardo oscuro, la hifas se agrupan densamente formando un estroma rojizo que cambió con el tiempo a una tonalidad más oscura, estructura comúnmente conocida como esclerocio, a partir de estos se formaron rizomorfos (Ramírez Gil, Joaquín Guillermo; Castañeda Sánchez, Darío Antonio; Morales Osorio, 2014).

14. Cosecha

El aguacate se siembra sobre todo en regiones templadas, libres de heladas y de vientos calurosos y secos. Es sensible al frío y a la humedad ambiental. Las lluvias deben ser abundantes, de cuando menos mil doscientos milímetros al año, bien distribuidos a lo largo de los 12 meses. Sin embargo, un exceso de precipitaciones durante la fase de floración y fructificación puede reducir la producción y hacer que se caiga el fruto. Por otro lado, de haber sequía, las hojas se caen y esto también merma el rendimiento del árbol. (Martínez Frías 2012)

En las variedades injertadas la cosecha por lo general inicia a los 3 años, cosechando una mínima cantidad de frutos por planta. La cosecha comercial se realiza a los 5 años, y la cantidad de frutos obtenidos depende de la variedad y del manejo brindado a la planta. La cantidad de fruto incrementa año tras año, siempre y cuando el manejo sea el adecuado. (Lavaire and Leonel Morazán 2013). La cosecha debe realizarse en horas más frescas del día, iniciándola cerca de las 6 am

cuando la luminosidad permite valorar bien la madurez de la fruta (Riveros García 2014). La recolección se hace a mano utilizando una escalera, con un cuchillo o tijera, se corta dejando 2 Cm de pedúnculo. Esta práctica se hace con el objetivo de evitar que agentes patógenos nos dañen el fruto y también para que el fruto se conserve por más tiempo ya que el aguacate tiene una actividad respiratoria muy intensa después de recolectado, dificultando su almacenamiento por largos periodos. La magnitud de la respiración del fruto depende de las variedades, grado de madurez, condiciones ambientales de la zona y de almacenamiento (Lavaire and Leonel Morazán 2013).



Figura 35. Cosechando aguacate: Fuente: Autores





Figura 36. Corte de pedúnculo en cosecha. Fuente: Autores



Figura 37. Fruto de aguacate con exceso de humedad. Fuente: http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4692885792&indx=24&reclds=dedupmrg4692885792&recldxs=3&elem

Los frutos cosechados no deben estar húmedos por el rocío de la lluvia ya que la humedad excesiva acelera el desarrollo de diferentes agentes patógenos que causan pudriciones posteriores (Bernal Estrada et al. 2013)

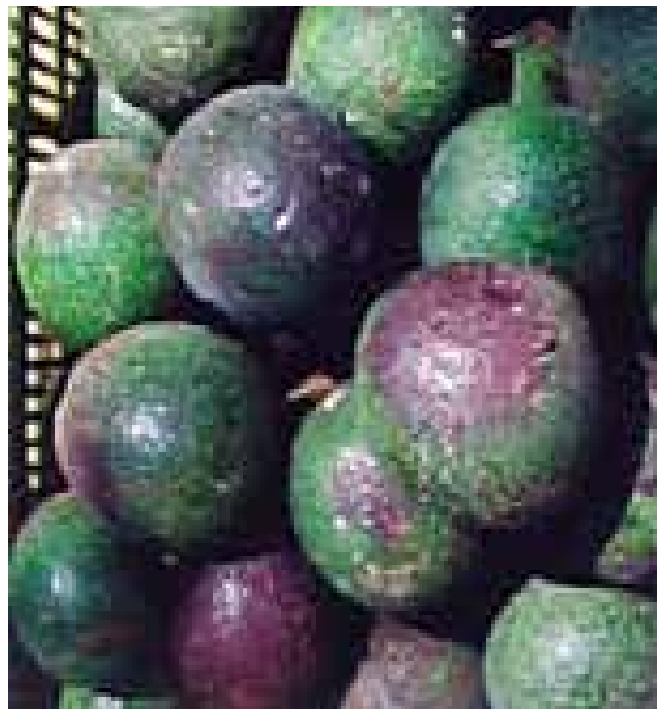


Figura 38. Frutos de aguacate podridos por exceso de humedad. Fuente: http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tab s=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4692885792&indx=24&reclds=dedupmrg4692885792&recl



14. 1 Índices de Madurez

Los índices de cosecha se constituyen en los parámetros más importantes para determinar el momento oportuno para realizar la recolección y asegurar la vida útil de la fruta durante la poscosecha y su comercialización. Debe tener en cuenta:

- La coloración externa de la fruta es el método más utilizado para determinar el momento óptimo de la cosecha.
- Conocer el tamaño de los frutos de cada variedad
- En la mayoría de las variedades la porción del pedúnculo más próxima al fruto se torna amarillenta, lo cual es un buen indicio de madurez de cosecha.
- En relación con los cambios de color de la cascara, cuando el fruto no ha alcanzado la madurez fisiológica, esta presenta un color verde brillante, pero a medida que la maduración avanza, el color se torna verde opaco(Díaz Serna and Arango Cifuentes 2010).

(Huaraca et al. 2016) nos indican que existen dos tipos de fruto de acuerdo al proceso de maduración, frutos climatéricos y no climatéricos siendo los climatéricos los frutos que una vez separados de la planta continúan su proceso de maduración, cumplen con procesos fisiológicos como el aumento de la tasa de respiración y producción de etileno. Los frutos no climatéricos carecen de la capacidad de continuar su proceso de maduración luego de ser separados de la planta, por lo cual se debe asegurar que hayan alcanzado un estado apropiado para su recolección y consumo al momento de la cosecha. El aguacate es una fruta climatérica es decir continua el proceso de maduración fuera de la planta.

El etileno (C₂H₄), es un gas natural que es producido por las plantas en forma constante. Su concentración en los frutos es muy baja y aumenta ligeramente antes

de iniciar el proceso de maduración. Su producción aumenta cuando la planta está bajo mucho estrés, cuando ha sido maltratada físicamente, o cuando sufre algún ataque por microorganismos. Hay algunas frutas que se producen más etileno que otras. Es conocido como la hormona de la maduración, porque a pesar que es producido en pequeñas cantidades, activa el proceso de maduración. (Pinto and Mozo n.d.)

El personal responsable de la cosecha siempre debe tener las manos limpias, las uñas cortas, el pelo recogido y no fumar ni beber durante la cosecha. Se deben seleccionar puntos dentro del lote donde se reúnan los frutos cosechados, evitando golpes, magulladuras o que entren en contacto directo con el suelo. No se deben reutilizar empaques o recipientes de plaguicidas o fertilizantes; se deben emplear canastillas limpias en buen estado.(Díaz Serna and Arango Cifuentes 2010)

15. Poscosecha

Este proceso comprende las actividades que se realizan después de la recolección del fruto cosechado en la finca, hasta su transporte y manejo en un centro de acopio ubicado generalmente en los centros urbanos.(Riveros García 2014)

Las labores de poscosecha, Son unas series de actividades o labores integradas y consecuenciales que se le hacen a la fruta después de cosechadas tales como selección, lavado, clasificación, desinfección, encerado, empaque, almacenamiento, transporte y la distribución del producto hasta que llegue al mercado. Lo anterior con el objetivo de mantener la calidad de los frutos para lograr la satisfacción del cliente.(Pinto and Mozo n.d.)

15.1 Empaque

Las principales funciones del empaque son contener y proteger al producto hasta el mercado meta,



además facilita el manejo y comercialización, con peso y calidad uniformes en cada empaque. El empaque debe proporcionar suficiente resistencia mecánica para soportar el estibe de las cajas y no trasladar el esfuerzo a la fruta empacada, permitir un enfriamiento rápido y evitar la acumulación de gases indeseables como el etileno para evitar que se acelere la maduración. (Sandoval Aldana 2010)"abstract": "En Colombia se han ido incrementando constantemente las áreas sembradas de aguacate, por lo que se requiere ofrecer al agricultor una salida a su producto diferente a la venta del mercado en fresco, adicionalmente este fruto se encuentra en la apuesta exportadora y el plan frutícola

nacional, por lo anterior el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR

El empaque más adecuado para comercializar aguacate a nivel nacional es la canastilla plástica, en la cual se acomodan, desde el momento mismo de la recolección hasta 15 kg de fruta, en ella se colocan uno o dos tendidos de fruta para evitar magulladuras por sobrepeso. Las canastillas plásticas resisten manejos bruscos, cambios de temperatura, humedad excesiva y el uso de detergentes y desinfectantes. Aunque su costo inicial puede resultar elevado este se disminuye notablemente por ser reutilizables; Además, permiten buena ventilación y son apropiadas en caso de requerir refrigeración.



Figura 39. Frutos de aguacate empacados. Fuente: Autores





Figura 40. Empaque en caja de cartón para exportación. Fuente: Autores.



15.2 Comercialización

16 Agroindustria

El aguacate, presenta una variada posibilidad de usos como productos industrializados, señalándose entre otros los siguientes: pulpas como base para productos para untar frescos, refrigerados o congelados, mitades o cubos congelados, aceite para culinaria y la industria cosmética. Dentro de las alternativas nombradas, la pulpa de aguacate congelada ha presentado un mayor volumen de producción (Sandoval Aldana 2010) "abstract": "En Colombia se han ido incrementando constantemente las áreas sembradas de aguacate, por lo que se requiere ofrecer al agricultor una salida a su producto diferente a la venta del mercado en fresco, adicionalmente este fruto se encuentra

en la apuesta exportadora y el plan frutícola nacional, por lo anterior el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR.

(Olaeta 2003) citado por (Vargas 2017) es el fruto proveniente del aguacatero (Persea americana) comenta que el aceite de aguacate es una forma de aprovechar los frutos que no fueron aceptados en la exportación. Sin embargo, un producto industrializado debe partir con una materia prima de alta calidad, por lo que ese remanente de bajos calibres posibles de industrializar, debe ser necesariamente de una buena calidad, lo que está dado por la variedad y el estado de madurez, y por su manejo de la manera más limpia posible.

Acá se ilustran algunos subproductos derivados del aguacate:



Figura 41. Transformación de aguacate en pulpa. Fuente: https://www.google.com/search?q=Aguacate+en+pulpa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjQpKDTwd7dAhVqw1kKH9DB38Q_AUICigB#imgrc=hQY7i3a9yukD2M:



Figura 42. Transformación de aguacate en aceite. Fuente: Autores





Figura 43. Transformación de aguacate en polvo. Fuente: https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&ei=qluuW9SAPljs5gLMmJTYCg&q=Aguacate+en+polvo&oq=Aguacate+en+polvo&gs_l=img.3...70426.71937.0.72153.8.8.0.0.0.0.174.623.0j4.4.0....0...1c.1.64.img...4.2.297...0j35i

El aguacate en polvo, que se encuentra en proceso de patente, viene en tres presentaciones: solo, con componentes activos y guacamole. Así mismo contribuirá a disminuir las pérdidas asociadas con el rápido deterioro de este fruto, pues ayuda a preservar la vida útil del producto sin recurrir a métodos de congelación que demandan mayor cantidad de energía y resultan más costosos. (Universidad nacional n.d.)





17. Bibliografía

Amórtegui Ferro, I. Capera Ducuara, E. y Godoy Acosta, J (2001). El cultivo de aguacate. Módulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural recuperado de: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4911/1/EI%20cultivo%20del%20aguacate.pdf>

Bernal, J. & Díaz, C. (S.f.). Generalidades del cultivo. Agro-savia Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13460/43104_50480.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bernal Estrada, Jorge et al. 2013. “Actualización Tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) En El Cultivo de Aguacate - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.” Bogotá Colombia : CORPOICA: 407. http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4692885792&indx=24&reclds=dedupmrg4692885792&recldxs=3&elementId=3&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVe (September 20, 2018).

Bernal, J.A. y C.A. Díaz. (2008). Tecnología para el Cultivo del Aguacate. Manual Técnico Corpoica. ISBN: 978-958-8311-74-6. Rionegro. [Acceso en septiembre de 2019]. Disponible en: <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/tecnologacultivoaguacate.pdf>

Barrientos, A. & López, L. (2000). Historia y genética del aguacate. Téliz, D. y Mora, A.(Comps.). El aguacate y su manejo integrado. 2ª (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. DF México, 22-62. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Barrientos-Priego/publication/237503161_HISTORIA_Y_GENETICA_DEL_AGUACATE/links/00b495328a850bd41d000000.pdf

Bernal, J.; C. Díaz; C. Osorio; A. Tamayo; W. Osorio; O. Córdoba; M.E. Londoño; D.T.Kondo; A. Carbalí; E. Varón; A.M. Caicedo; P.J. Tamayo; A. Sandoval; F. Forero. J. García y M. Londoño. 2014. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. 2ª Ed. CORPOICA. Rionegro (Antioquia). 410 p.

Bergh, B.O. 1967. Reasons for low yields of avocados. Calif. Avo. Soc. Yrbk. 51:161- 172.

Bower, J.P. and J.G. Cutting. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. In: J. Janick (Ed). Hort. Rev. 10:229.271.

Buttrose, M.S. and D.McE. Alexander. 1978. Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperatura and short daylength. Sci. Hort. 8(3):213-217.

Sedgley, M. and C.M. Annells. 1981. Flowering and fruit-set response to temperatura in the avocado cultivar 'Hass'. Sci. Hort. 14(1):27-33.



Castañeda-Vildózola, A., Del Angel-Coronel, O. a, Cruz-Castillo, J. G., & Váldez-Carrasco, J. (2009). [Persea schiedeana (Lauraceae), a new host of Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae) in Veracruz, Mexico]. Neotropical Entomology, 38(6), 871–872. <https://doi.org/Article>

Corpoica. (2012). Manejo fitosanitario del Aguacate Hass. 30.

Corpoica. (2014). Buenas Practicas Agricolas(BPA) en el cultivo de Aguacate. Medellin: 2.

Díaz Serna, Diana Alexandra, and Billy Arango Cifuentes. 2010. “Manual Técnico Del Cultivo Del Aguacate - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.” : 47 p. http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4367796031&indx=3&reclds=dedupmrg4367796031&recldxs=2&elementId=2&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVer (September 18, 2018).

Devia, E. H. V. (2015). Reconocimiento y manejo de insectos plaga en aguacate (*Persea americana*), 1–44.

Ecured, 2018. “Evapotranspiration”. [Acceso en septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Evapotranspiraci%C3%B3n>

Estrada, J. A. B., Sc, I. A. M., Investigador, H., Sc, I. A. M., Agrícolas, C., & Máster, I. (2014). Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) EN EL CULTIVO DE AGUACATE.

Grajales, 2017.” Uso racional del agua de riego en cultivos de aguacate Hass (*Persea Americana*) en tres zonas productoras de Colombia”. [Acceso en septiembre de 2019]. Disponible en: http://bdigital.unal.edu.co/60821/1/2017-Luis_Carlos_Grajales_Guzman.pdf

Howden, M.; S. Newett and P. Deuter. 2005. Climate change – Risks and opportunities for the avocado industry. New Zealand and Aust. Avo. Grow. Conference. 20-22 September. Tauranga, New Zealand. Csession 1. Introduction. 19 p.

Huaraca, Hugo et al. 2016. “Guía Para Facilitar El Aprendizaje En El Manejo Integrado Del Cultivo de Aguacate (*Persea Americana* Mill.)” <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4048> (September 17, 2018).

ICA & APROARESAT, 2009. “Manual técnico cultivo de aguacate”. [Acceso en septiembre de 2019]. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/005%20-%20Documentos%20T%C3%A9cnicos/005%20-%20D.T%20-%20Paquete%20Tecnologico%20Aguacate.pdf>

Instituto Colombiano de Agricultura (ICA). (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.). Medidas para la temporada invernal. LLinea Agrícola, 1, 73. <https://doi.org/00.09.52.12.C>



Köhne, J.S. and S.K. Köhne. 1991. Avocado high density planting – a progress report. South Afr. Avo. Grow. Assoc. Yrbk. 14:42-43.

Lavaire, Elbis Tegucigalpa, and Francisco Leonel Morazán. 2013. Persea Americana Mill. <http://pronagro.premperhn.com/assets/Uploads/Manual-Tecnico-del-cultivo-de-Aguacate.pdf> (September 19, 2018).

Martínez Frías, Juan Carlos. 2012. “Propagación y Técnicas de Cultivo Del Aguacate (Persea Americana, Persea Gratissima).” Revista Vinculando. <http://vinculando.org/mercado/agroindustria/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-del-aguacate-persea-americana-persea-gratissima.html> (September 24, 2018).

Menzel, Ch.M. and M.D. Le Lagadec. 2014. Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: a review. Sci. Hort. 177(2):21-36.

MOLANO1, P. J. (mayo de 2007). Enfermedades del Aguacate. 4.

Moncada, J y Ríos d. (1969). El cultivo del aguacate. Recuperado de: http://bdigitalagropecuaria.corpoica.org.co/view/action/singleViewer.do?dvs=1537369411754~471&locale=es_ES&VIEWER_URL=/view/action/singleViewer.do?&DELIVERY_RULE_ID=10&frameId=1&usePid1=true&usePid2=true

Pablo Julian Tamayo Molano. (2017). Enfermedades del Aguacate. 4.

Petra Andrade-Hoyos1§, E. M. (2007). Mecanismos de defensa en portainjertos de aguacate. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3-15.

Petra Andrade-Hoyos1§, E. M. (2007). Mecanismos de defensa en portainjertos de aguacate. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 14.

Pinto, Mario, and Alvaro Mozo. “MODULO MANEJO DE COSECHA Y POSCOSECHA DE.”: 22. http://www.academia.edu/download/34721003/238modulo_manejo_cosecha_poscosecha_en_frutas.doc.

Raigón, J. M. 2002. Polinización en Cuyo. URL: <http://www.inta.gov.ar/sanjuan>

Ramírez Gil, J., & Castañeda Sánchez, D., & Morales Osorio, J. (2014). Estudios etiológicos de la marchitez del aguacate en Antioquia-Colombia. Revista Ceres, 61 (1), 50-61.

Ramírez Cortes, H. J., Gil Palacio, Z. N., Benavides Machado, P., & Bustillo Pardey, Á. E. (2008). Monalonia velezangeli La chinche de la chamusquina del café. Avances Tecnicos 367, Cenicafé.

Riveros García, María Alejandra. 2014. Principios Básicos Para La Transformación Agroindustrial Del Aguacate Persea Americana. http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/



action/display.do?tabs=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4775201977&indx=5&reclds=dedupmrg4775201977&recldxs=4&elementId=4&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVer (September 18, 2018).

Sandoval Aldana, Angélica. 2010. "Postcosecha y Transformación de Aguacate : Agroindustria Rural Innovadora - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria." http://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=viewOnlineTab&ct=display&fn=search&doc=dedupmrg4364249833&indx=1&reclds=dedupmrg4364249833&recldxs=0&elementId=0&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVer (September 18, 2018).

Senasica, & Colpos. (2013). Plagas Y Enfermedades De Importancia Agropecuaria Y Acuicola.

Stassen, P.J.C.; S.J. Davie and B. Snijder. 1995. Principles involved in tree management of higher density avocado orchards. South Afr. Avocado Grow. Assoc. Yrbk. 18:47-50.

Sedgley, M. 1987. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. South Afr. Avocado Grow. Assoc. Yrbk. 10:42-43.

Universidad nacional. "Aguacate En Polvo, Listo Para Salir Al Mercado Industrial - UNIMEDIOS: Universidad Nacional de Colombia." <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/aguacate-en-polvo-listo-para-salir-al-mercado-industrial.html> (October 8, 2018).

Vargas, Lira. 2017. XXV CONGRESO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA MESA REDONDA 6: ABACATICULTURA COMERCIALIZACIÓN DE AGUACATE. http://frut2017.tmeventos.com.br/resumos/ALMA_ADELA.pdf (September 24, 2018).

Villa, J., & Osorio, C. (2012). Fertilización Y Manejo Integrado De Plagas Y Enfermedades En El Cultivo De Aguacate. Alianza Productiva Aproare SAT, 32.
Zapata, J. Tobón, J. Patiño, H. (2018) Caracterización de los productores de aguacate en el occidente de Antioquia.







EL CULTIVO DE AGUACATE

Persea americana

EN EL OCCIDENTE DE ANTIOQUIA

ISBN: 978-958-15-0388-9

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Agro**SENA**



SENA
Emprende
Rural

SENA comunica



SENA



www.sena.edu.co