



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 1 de 7

Código de la dependencia.

FECHA lunes, 4 de marzo de 2019

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
FUSAGASUGA

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Vanegas Padilla	Pedro Avilio	1069734049

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 2 de 7

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Torres Galvis	Luis Abelardo

TÍTULO DEL DOCUMENTO
CONSULTA SOBRE LA FERTIRRIGACION EN EL CULTIVO DE AGUACATE (<i>Persea americana Mill</i>) VARIEDAD HASS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Agrónomo

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
04/03/2019	124

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Riego	Irrigation
2. Productivo	Productive
3. Eficiencia	Efficiency
4. Nutrientes	Nutrients
5. Sistema	System
6. fertirrigacion	fertigation

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 7

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El Aguacate es una de las frutas que se cultiva en 59 países tropicales y regiones sub-tropicales. La finalidad de la fertirrigación es poner a disposición de las plantas las cantidades adecuadas de los elementos esenciales para que pueda realizar sus funciones fisiológicas vitales. La preocupación en el agotamiento de los recursos hídricos, los altos costos del agua y energía, la disminución de los precios internacionales de los productos agrícolas y la globalización de los mercados exigen mejoras en la utilización de los equipos de riego. Es por ello que el presente trabajo tiene como finalidad indagar sobre los sistemas de fertirrigación de Aguacate Hass (Persea americana Mill) en el Departamento de Cundinamarca, conociendo los requerimientos nutricionales que demanda el cultivo para tener una mejor productividad y a través de esto establecer las ventajas y desventajas que tiene la Fertirrigación frente a otros modelos a nivel Nacional con el departamento de Cundinamarca. La recolección de Información se realizara en páginas como: ASOFRUCOL, CORPOICA, ICA, artículos y libros relacionados con el sistema de Fertirriego en el Cultivo de Aguacate Hass (Persea americana Mill), se brindará información a productores, demostrando el potencial productivo que se tiene al establecer un sistema de riego, donde no se genere desperdicio de agua y mayor eficiencia en el manejo de los nutrientes que la planta requiere para tener una mayor producción con una menor economía e impacto ambiental.

Palabras claves: Riego, Productivo, Eficiencia, Nutrientes, Sistema.

Avocado is one of the fruits that is grown in fifty-nine tropical countries and sub-tropical regions. The purpose of fertigation is to make available to the plants the adequate quantities of the essential elements so that they can perform their vital physiological functions. Concerns about the depletion of water resources, the high costs of water and energy, the decrease in international prices of agricultural products and the globalization of markets require improvements in the use of irrigation equipment. That is why the purpose of the presented work is to consult on fertigation systems Hass Avocado (Persea americana Mill) in the Department Cundinamarca, knowing the nutritional requirements of the crop to have a better productivity and through this establish the advantages and disadvantages that has fertigation compared to other models at the National level with the department of Cundinamarca. The collection of information will be carried out on pages such as: ASOFRUCOL, CORPOICA, ICA, articles and books related to the Fertigation system in the Hass Avocado Cultivation (Persea americana Mill), Information will be provided to producers, demonstrating the productive potential it has to establish an irrigation system, where waste of water is not generated and greater efficiency in the management of the nutrients that the plant requires to have a greater production with a lower economy and environmental impact.

Key Words: Irrigation, Productive, Efficiency, Nutrients, System.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 7

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		x
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.		x
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 7

(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI X NO _**.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 7

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo (amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative



MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAr113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 7 de 7

Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. CONSULTA SOBRE LA FERTIRRIGACION EN EL CULTIVO DE AGUACATE.pdf	TEXTO
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Vanegas Padilla Pedro Avilio	<i>Pedro H. Vanegas P.</i>

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).

CONSULTA SOBRE LA FERTIRRIGACION EN EL CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana*
Mill) VARIEDAD HASS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

PEDRO AVILIO VANEGAS PADILLA
CODIGO:160209243

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGRONOMICA
FUSAGASUGÁ
FEBRERO DE 2019

CONSULTA SOBRE LA FERTIRRIGACION EN EL CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana*
Mill) VARIEDAD HASS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

PEDRO AVILIO VANEGAS PADILLA
CODIGO: 160209243

Trabajo de grado (MONOGRAFIA) Presentado como requisito para obtener el título de
INGENIERO AGRÓNOMO

Director:
LUIS ABELARDO TORRES GALVIS
Ingeniero agrónomo

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGRONOMICA
FUSAGASUGÁ
FEBRERO DE 2019

Nota de Aceptación:

Presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A mi Padre Pedro Pablo Vanegas por creer en mí, por darme la oportunidad de salir adelante aún en los momentos difíciles, por todos los sacrificios que has hecho por tus hijos, Papá eres un ejemplo a seguir gracias por tus consejos y por ser quien eres.

A mi Madre Dora Cecilia Padilla, gracias por darme la vida, por tu comprensión, tu sencillez y tu bondad, Mamá gracias por tus consejos y cuidados, eres todo para mí.

A mi hermana Leidy Paola Vanegas Padilla, por crecer conmigo, por formar parte de mi vida y por su apoyo que siempre me ha brindado, gracias por todos los momentos que compartimos juntos.

A mi sobrino Samuel Felipe Molina Vanegas, gracias por alegrar la vida de mi hermana y la mía.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por concederme la dicha de vivir y por permitirme lograr este objetivo.

A la Universidad De Cundinamarca por abrirme sus puertas y facilitarme la oportunidad de formarme como profesional.

A todos mis maestros que a lo largo de mi vida me han dado lo mejor de ellos con sus enseñanzas, he tomado lo mejor de cada uno.

Al docente Ingeniero Agrónomo Luis Abelardo Torres Galvis director de esta monografía, por su ayuda incondicional para la realización, revisión de la misma y por dedicar parte de su tiempo en atender a mis dudas.

Con admiración y respeto.

CONTENIDO	Pagina
RESUMEN	16
ABSTRAC	17
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
JUSTIFICACION	21
1.CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES CULTIVO DE AGUACATE (<i>Persea americana Mill</i>) VARIEDAD HASS	22
1.1 Origen del aguacate	22
1.2 Morfología de la planta	23
1.2.1 Raíz.....	23
1.2.2 Tronco	23
1.2.3 Hojas	24
1.2.4 Inflorescencia.....	24
1.2.5 Flor	25
1.2.6 Ciclo Floral.....	26
1.2.7 Fruto	27
1.2.8 Semilla	27
1.3 Ciclo biológico del Aguacate	27
1.3.1 Fenología del cultivo de Aguacate	28
1.3.1.1 Fase vegetativa.....	29
1.3.1.2 Fase reproductiva	33
1.3.1.2.1 Inducción floral	34

1.3.1.2.2 Fructificación	35
1.4 Siembra	35
1.5 Podas	36
1.5.1 Poda de formación inicial.....	36
1.5.2 Poda de formación de copa	36
1.5.3 Poda de saneamiento	37
1.5.4 Poda de raleo	37
1.5.5 Poda para bajar la altura de la copa	37
1.5.6 Poda de renovación de tejido productivo	37
1.6 Requerimientos Agroecológicos.....	38
1.6.1 Altitud	38
1.6.2 Temperatura	38
1.6.3 Precipitación.....	38
1.6.4 Humedad relativa	39
1.6.5 Suelo	39
1.6.6 Principales nutrientes en el cultivo de Aguacate	39
1.7 Fitosanidad del cultivo de Aguacate Hass	39
1.8 Costos de producción	40
2.CAPITULO II. CONTEXTO GENERAL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.....	41
2.1 Características agroecológicas del departamento.....	42
2.1.1 Características generales de la provincia del Sumapaz	43
2.1.1.1 Zonas geográficas y producción agrícola	44
2.1.1.2 Topografía y movilización de los productos agropecuarios	44

2.1.1.3 Valoración de la potencialidad y vocación del suelo en la provincia del Sumapaz	45
2.1.2 Características generales de la provincia del Gualiva.....	47
2.1.3 Características generales de la provincia Magdalena Centro	49
2.1.4 Características generales de la provincia de Almeidas	50
2.1.5 Características generales de la provincia del Tequendama	52
2.1.6 Características generales de la provincia del Bajo Magdalena	53
2.2 Aptitud del uso de las tierras - vocación agrícola en el departamento de Cundinamarca	54
2.3 Suelos aptos para la producción de frutales	54
2.4 Clima	57
2.5 Precipitación	59
2.6 Temperatura	61
2.7 Brillo solar	62
2.8 Uso del suelo y acceso de la tierra	63
2.9 Criterio disponibilidad de humedad	65
3. CAPITULO III. RIEGO Y FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE AGUACATE	67
3.1 Requerimientos hídricos en el cultivo de Aguacate	67
3.2 Diversos tipos de riego utilizados en la agricultura	68
3.3 Sistema riego por goteo	73
3.4 Clasificación de emisores para riego por goteo	74
3.4.1 En línea	74
3.4.2 Sobre la línea (goteros de botón o goteros pinchados)	74
3.5 Sistema de riego por microaspersión.....	75
3.6 Sistemas de riego por gravedad	76
3.7 Fertilización	78

3.7.1 Fertilización foliar	79
3.7.2 Aporte de la porcinaza	80
3.8 Nutrición y fertilidad en paltos sistemas de fertirrigacion	81
3.8.1 Dosificación de fertilizantes en la fertirrigacion	82
3.8.2 Fertilizantes apropiados para la fertirrigacion	82
3.8.2.1 Requisitos que se deben cumplir los fertilizantes	87
3.9 Estructura y función de un equipo de fertirriego	87
3.9.1 Fertilización por arrastre	88
3.9.1.1 Bomba (superficie y pozo)	89
3.9.1.2 Válvulas de agua	89
3.9.1.3 Manómetros	90
3.9.1.4 Filtros	90
3.9.1.4.1 Filtro de arena	91
3.9.1.4.2 Filtro de malla	91
3.9.1.4.3 Filtro de anillas	91
3.9.1.4.4 Filtro de succión (Poma de succión)	92
3.9.1.4.5 Filtro de auto lavado	92
3.9.1.4.6 Filtro a nivel de emisores	92
3.9.1.5 Estanques de fertilizantes	92
3.9.1.6 Bomba inyectora de fertilizantes	93
3.9.1.7 Inyector de fertilizantes	93
3.9.1.8 Inyector de ácidos	93
3.9.1.9 Aplicaciones nutrimentales con nutrirriego	94
3.9.1.9.1 Fuentes de fertilizantes a usar	94

3.9.2 Estudio de caso fertirriego en Colombia	95
3.9.2.3 Problemática de los sistemas de fertirriego en Colombia	95
4. CAPITULO IV. INFORMACION CULTIVO DE AGUACATE HASS A NIVEL MUNDIAL, NACIONAL Y EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA	96
4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
4.2 BIBLIOGRAFÍA	106
4.3 ANEXOS: PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE AGUACATE (<i>Persea americana Mill</i>) VARIEDAD HASS	113
4.3.1 ANEXOS: ENCUESTAS	122

LISTA DE TABLA	Pagina
Tabla 1. Variedad de Aguacate según altitud	21
Tabla 2. Ciclo de vida del Aguacate	27
Tabla 3. Codificación de la escala BBCH del estadio principal 0, desde que inicia el hinchamiento de la yema, hasta que muestra bordes verdes	29
Tabla 4. Codificación de la escala BBCH del estadio 1, donde se evidencia que las primeras hojas se separan del brote, hasta que se desarrolla 9 o más pares de hojas	31
Tabla 5. Codificación de la escala BBCH del estadio 2, que representa la formación de brotes laterales	32
Tabla 6. Proceso de formación floral, (dda) días después de antesis en variedad Hass	34
Tabla 7. Distancias de siembra más utilizadas en el cultivo de Aguacate	35
Tabla 8. Distribución de suelos según su clase en la provincia del Sumapaz	46
Tabla 9. Aspectos generales de los principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca	55
Tabla 10. Principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca	55
Tabla 11. Principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca	56
Tabla 12. Número de hectáreas habilitadas para riego a nivel departamental 2015	63
Tabla 13. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de Aguacate	65
Tabla 14. Sistemas de riego aéreos	69
Tabla 15. Sistemas de riego localizados	70
Tabla 16. Sistemas de riego por subirrigación	72
Tabla 17. Sistemas de riego por inundación	72
Tabla 18. Sistema de riego por manguera	72

Tabla 19. Riego por goteo	74
Tabla 20. Riego por microaspersión	76
Tabla 21. Sistema de riego por goteo vs microaspersión	77
Tabla 22. Plan de fertilización para los dos primeros años	78
Tabla 23. Plan de fertilización general tercer año	79
Tabla 24. Aplicaciones foliares según fenología	80
Tabla 25. Fertilización mediante la aplicación de porcínaza sólida vs porcínaza líquida	81
Tabla 26. Fertilizantes solubles más usados en fertirrigación	84
Tabla 27. Fertilizantes líquidos o soluciones	85
Tabla 28. Compatibilidad de fertilizantes.....	86
Tabla 29. Rendimiento de Aguacate (<i>Persea americana Mill</i>) variedad Hass mediante la aplicación de fertirriego	94
Tabla 30. Producción mundial de Aguacate 2007 – 2017	96
Tabla 31. Producción y rendimiento según departamento 2015 – 2016	98
Tabla 32. Área sembrada – Área cosechada año 2007 – 2016	99
Tabla 33. Producción de Aguacate en Colombia 2007 – 2014	100
Tabla 34. Picos de siembra de Aguacate en Colombia	101
Tabla 35. Calendario de abastecimiento mercado del Aguacate Hass en Colombia	101

LISTA DE FIGURAS	Pagina
Figura 1. Clasificación taxonómica	22
Figura 2. Tipo de árbol de Aguacate Hass	23
Figura 3. Raíz del Aguacate en estado de plántula	23
Figura 4. Tronco de la planta de Aguacate.....	23
Figura 5. Hojas de la planta de Aguacate	24
Figura 6. Características de la inflorescencia	24
Figura 7. Flor del árbol de Aguacate	25
Figura 8. Flor masculina y femenina	26
Figura 9. Formas y colores del fruto del Aguacate Hass	27
Figura 10. Semilla del Aguacate Hass	27
Figura 11. Etapas fenológicas del cultivo de Aguacate en Colombia	28
Figura 12. Poda del eje central del árbol de Aguacate	36
Figura 13. Árbol podado con buena entrada de luz y aireación	36
Figura 14. Árbol de Aguacate a los seis meses de podado con fructificación en ramas bajas	37
Figura 15. Poda de renovación a diferente altura	37
Figura 16. Mapa división político administrativa departamento de Cundinamarca	41
Figura 17. Mapa Provincias del departamento de Cundinamarca. División político administrativa	42
Figura 18. Mapa de los municipios de la provincia del Sumapaz	43
Figura 19. Mapa de los municipios de la provincia del Gualiva	48
Figura 20. Mapa de los municipios de la provincia de Magdalena Centro	50
Figura 21. Mapa de los municipios de la provincia de Almeidas	51
Figura 22. Mapa de los municipios de la provincia del Tequendama	52
Figura 23. Mapa de los municipios de la provincia del Magdalena	53

Figura 24. Participación porcentual en la producción de aguacate Hass en el Departamento de Cundinamarca	56
Figura 25. Mapa precipitación total anual(mm). Departamento de Cundinamarca	60
Figura 26. Mapa temperatura anual (°C) Departamento de Cundinamarca	62
Figura 27. Mapa zonificación de aptitud para el cultivo comercial de Aguacate (<i>Persea americana Mill</i>) variedad Hass en Cundinamarca	64
Figura 28. Criterio disponibilidad de humedad para el cultivo comercial de Aguacate (<i>Persea americana Mill</i>) variedad Hass	66
Figura 29. Clasificación de los diversos tipos de riegos	68
Figura 30. Componentes de un sistema de riego por goteo	73
Figura 31. Distintos goteros pinchados	74
Figura 32. Goteros de botón	74
Figura 33. Sistema de riego por goteo en aguacate	75
Figura 34. Sistema de riego por microaspersión en aguacate	75
Figura 35. Esquema sistema de riego por gravedad	77
Figura 36. Sistema de riego por goteo vs sistema de riego por microaspersión	77
Figura 37. Esquema sistema de fertirrigación por arrastre	88
Figura 38. Bomba de superficie, vista frontal(A), lateral(B), posterior(C) y superior (D)	89
Figura 39. Bomba sumergible	89
Figura 40. Válvula manual de bola y de bronce (vista lateral y frontal)	90
Figura 41. Válvula manual de regulación	90
Figura 42. Válvula manual mariposa de metal	90
Figura 43. Válvula eléctrica solenoide para el cierre y apertura del paso de agua	90
Figura 44. Filtro de arena de cuarzo(estanque)	91

Figura 45. Filtro de malla	91
Figura 46. Filtro de anillas	91
Figura 47. Filtro de succión	92
Figura 48. Filtro de autolavado.....	92
Figura 49. Estanque de fertilizantes	92
Figura 50. Bomba inyectora de fertilizantes	93
Figura 51. Sistema de inyección de fertilizante.....	93
Figura 52. Sistema de inyección de ácidos.....	93
Figura 53. Distribución del cultivo de aguacate Hass en el país por hectáreas sembradas	102

RESUMEN

El Aguacate es una de las frutas que se cultiva en 59 países tropicales y regiones sub-tropicales. La finalidad de la fertirrigación es poner a disposición de las plantas las cantidades adecuadas de los elementos esenciales para que pueda realizar sus funciones fisiológicas vitales. La preocupación en el agotamiento de los recursos hídricos, los altos costos del agua y energía, la disminución de los precios internacionales de los productos agrícolas y la globalización de los mercados exigen mejoras en la utilización de los equipos de riego. Es por ello que el presente trabajo tiene como finalidad indagar sobre los sistemas de fertirrigación de Aguacate Hass (*Persea americana Mill*) en el Departamento de Cundinamarca, conociendo los requerimientos nutricionales que demanda el cultivo para tener una mejor productividad y a través de esto establecer las ventajas y desventajas que tiene la Fertirrigación frente a otros modelos a nivel Nacional con el departamento de Cundinamarca. La recolección de Información se realizara en páginas como: ASOFRUCOL, CORPOICA, ICA, artículos y libros relacionados con el sistema de Fertirriego en el Cultivo de Aguacate Hass (*Persea americana Mill*), se brindará información a productores, demostrando el potencial productivo que se tiene al establecer un sistema de riego, donde no se genere desperdicio de agua y mayor eficiencia en el manejo de los nutrientes que la planta requiere para tener una mayor producción con una menor economía e impacto ambiental.

Palabras claves: Riego, Productivo, Eficiencia, Nutrientes, Sistema.

ABSTRACT

Avocado is one of the fruits that is grown in fifty-nine tropical countries and sub-tropical regions. The purpose of fertigation is to make available to the plants the adequate quantities of the essential elements so that they can perform their vital physiological functions. Concerns about the depletion of water resources, the high costs of water and energy, the decrease in international prices of agricultural products and the globalization of markets require improvements in the use of irrigation equipment. That is why the purpose of the presented work is to consult on fertigation systems Hass Avocado (*Persea americana Mill*) in the Department Cundinamarca, knowing the nutritional requirements of the crop to have a better productivity and through this establish the advantages and disadvantages that has fertigation compared to other models at the National level with the department of Cundinamarca. The collection of information will be carried out on pages such as: ASOFRUCOL, CORPOICA, ICA, articles and books related to the Fertigation system in the Hass Avocado Cultivation (*Persea americana Mill*). Information will be provided to producers, demonstrating the productive potential it has to establish an irrigation system, where waste of water is not generated and greater efficiency in the management of the nutrients that the plant requires to have a greater production with a lower economy and environmental impact.

Key Words: Irrigation, Productive, Efficiency, Nutrients, System.

INTRODUCCIÓN

En el ranking mundial del Aguacate, Colombia es el cuarto país productor y el tercero en términos de área cosechada, con una participación del 6% del área mundial. Durante los meses de más alta producción en el país, la competencia en el mercado internacional es directa con Egipto y Arabia Saudita, quienes con menores costos de producción dominan el mercado europeo, nuestro mayor destino de exportación. Las importaciones de este producto han disminuido en un 96% en los últimos 4 años pasando de 3.128 toneladas en el 2014 a 133 toneladas en el 2017. En contraste las exportaciones se han incrementado exponencialmente en el mismo periodo de tiempo pasando de 1.760 toneladas en 2014 a 28.487 en 2017(Granados Perez,2018).

Los departamentos de Tolima, Antioquia, Caldas, Santander, Bolívar, Cesar, Valle del Cauca, Risaralda y Quindío, representan el 86% del total del área sembrada del país, entre los cuales Tolima es el departamento con mayor producción con una participación del 18% del total de la producción nacional. A nivel mundial, en aguacate para el año 2017 Colombia, se logró posicionar en el tercer lugar antes de México, República Dominicana y Perú, en relación al área cosechada registrando un 6% con 35.114 hectáreas y en el cuarto lugar representado un 7% con respecto al total de la producción con 403.184 toneladas (Granados Perez,2018).

Se estima que hay unas 18 firmas vendiendo al exterior y, según las estadísticas de Asohfrucol, gremio de los cultivadores de frutas y hortalizas, al cierre de 2016 se produjeron 78.547 toneladas de aguacate Hass en un área sembrada que llega aproximadamente a 14.084 hectáreas. Los departamentos con mayor potencial de producción son Antioquia (3.500 hectáreas), Caldas (2.597 hectáreas) y Tolima (1.325 hectáreas). Tan solo en Antioquia hay 1.024 productores (Jaramillo, 2017).

El riego localizado, además de poder aplicar fertilizantes a través del agua de riego permite aplicar otros productos químicos como herbicidas, insecticidas, fumigantes de suelo, acondicionadores de suelo y compuestos que promueven el buen funcionamiento del sistema de riego y la planta aprovecha más la cantidad de agua que se le suministra(Hirzel C., 2017).

Conocer la fertilidad de la planta, es una práctica muy eficiente para asegurar el potencial genético al producir frutos abundantes y de excelente calidad. La finalidad de la fertirrigación es poner a disposición de las plantas las cantidades adecuadas de los elementos esenciales, para que la planta pueda realizar sus funciones fisiológicas vitales (Flores Hernández, 2017).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Consultar reportes de sistemas de fertirrigación implementados en el cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en el departamento de Cundinamarca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Indagar cuales son los requerimientos nutricionales en el cultivo Aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass y poder establecer alternativas de fertilización para mejorar la productividad en el Departamento de Cundinamarca.

Investigar cuál puede ser el sistema de riego más eficiente en el Cultivo de Aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en el departamento de Cundinamarca.

Determinar las ventajas y desventajas que se obtienen al momento de aplicar riego por goteo y microaspersión en el cultivo de Aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en el departamento de Cundinamarca.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo se realiza con la finalidad de consultar sobre los sistemas de Fertirrigación en aguacate Hass (*Persea americana Mill*) en el departamento de Cundinamarca e identificar los diferentes sistemas a nivel nacional e internacional, para aprovechar la implementación del riego y llegar a obtener una mayor producción, uso racional eficiente de agua y mayor aprovechamiento de los nutrientes en la planta.

La implementación del riego en la agricultura, hoy en día cumple un papel muy importante. La modernización y mejora de los sistemas existentes de riego, incrementa la producción de alimentos. Para el año 2050, se prevé que la producción de alimentos a nivel mundial tendrá que aumentar un 70%, y casi un 100% en países en desarrollo (FAO, 2011).

El agotamiento de los recursos hídricos, los altos costos del agua y energía, el aumento de los precios internacionales de los productos agrícolas y la globalización de los mercados exigen mejoras en la utilización de los equipos de riego. El manejo y uso eficiente del agua son los que garantizan una buena producción de alimentos y preservar su calidad, el problema no es solo conservar volúmenes limitados, sino disminuir los riesgos de contaminación (Vélez-Sánchez, Camacho-Tamayo, & Álvarez-Herrera, 2013).

Hoy en día existe un conflicto en el uso del agua en el departamento de Cundinamarca, se identifican una serie de causas, como:

-Expansión de la frontera agrícola y deforestación, disminuyendo la cuenca, la cobertura boscosa y por tanto la producción hídrica.

-Contaminación de los ríos y quebradas debido al mal uso de los agro tóxicos(Ernesto, 2008).

Según El instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) el sector con mayor participación en el uso de agua 2016 fue el de agricultura con el 43%. Le siguieron el de hidroenergía y pecuario con 23% y 8%, respectivamente. El riego solo satisface aproximadamente el 10% del requerimiento hídrico - agrícola. Este porcentaje minoritario se considera el Uso de Agua para Riego de la Agricultura. El 90% de requerimiento de agua de los cultivos se suple con agua lluvia (IDEAM, 2018).

Debido a lo anterior, surge la pregunta: ¿Cómo se está realizando la aplicación de riego y fertirriego en el cultivo de Aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en el departamento de Cundinamarca?

JUSTIFICACIÓN

Según el DANE, el aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass ha sido uno de los frutales de mayor crecimiento en la última década y actualmente es el tercer frutal en importancia dentro del agro nacional. El aguacate en Colombia comprende una diversidad de variedades de acuerdo a las condiciones climáticas y zonas de vida de producción. En Colombia se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm, sin embargo, de acuerdo al rango altitudinal podemos agrupar o definir las diferentes variedades y modelos productivos (Mejía Hernández, 2015).

Tabla .1 Variedad de Aguacate según altitud (Mejía Hernández, 2015).

M.S.N.M	VARIEDAD	DEPARTAMENTO
1400 - 2400	HASS	Cundinamarca
1500 - 1800		Tolima-Quindío-Valle-Cauca
1800 - 2100		Risaralda - Caldas
2100 - 2400		Antioquia

En los últimos 5 años Colombia ha evidenciado un incremento excepcional en las cifras exportadoras de aguacate, pasando de 20 toneladas en la temporada 2008-2009 a 3800 toneladas en la temporada 2014-2015 esto es pasar de 1 contenedor a 187 (un incremento del 18.600%).

La disponibilidad de agua está relacionado directamente con el crecimiento y desarrollo, la productividad y la calidad de la producción de las plantas (Flores Hernández, 2017).

Los rendimientos por hectárea en frutales han sido bajos, lo cual, ha generado la incentivación del empleo de nuevas tecnologías, que incluyen mayor densidad de plantas por hectárea, técnicas para la reducción del tamaño de la planta y la inducción de la floración, el empleo del riego para manejar el déficit hídrico y los nutrimentos de acuerdo a las fases fenológicas con resultados que han demostrado producir bajo nuestras condiciones, con altos rendimientos y eficiencia (Fornaris, Hernández, & López, 2011).

Al ser el agua el recurso más escaso, se obliga a utilizarse de forma eficiente. Lo que conlleva a la implementación de nuevas tecnologías agronómicas en regadío, por tal motivo el manejo y funcionamiento de los sistemas de riego permite conseguir un balance económico óptimo y una idónea utilización del agua (Fornaris et al., 2011).

El riego localizado pretende que el contenido de agua en el suelo se mantenga en niveles casi constantes, evitando así grandes fluctuaciones de humedad del suelo que se producen con otros métodos de riego, como aspersión o superficie, y pueden afectar reduciendo la producción del cultivo (Fernandez Gómez, Yruela Morillo, García Bernal, & Oyonarte Gutiérrez, 2010).

CAPITULO I

1 ASPECTOS GENERALES CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana Mill*) VARIEDAD HASS

1.1 ORIGEN DEL AGUACATE

El aguacate o palta es un árbol originario de México, Guatemala y El Salvador pertenece a la familia de las *lauráceas*. Es un árbol de hoja perenne que puede alcanzar los 20 metros de altura, aunque su tamaño normal se queda en una decena de metros, el fruto es una pulpa de color verde, marrón o rojizo, generalmente tiene forma de pera con epicarpio corchoso más o menos tuberculoso, esta especie procede del centro de México y Guatemala, aunque algunos arqueólogos han encontrado semillas de *Persea* en Perú que fueron enterradas con momias incas que datan del año 750 A.C (Yabrudi, 2012).

El cultivo de aguacate en Colombia se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altura, distribuido en 18 departamentos., destacándose la variedad Hass, para el clima frio moderado (Ramírez et al., 2014).



Figura 1 .Clasificación Taxonómica (Bernal & Díaz, 2008).

La familia de las Lauráceas, está formada por cerca de 52 géneros y cerca de 3.500 especies, una de las familias más primitivas de las dicotiledóneas. El género *Persea* está formado por 150 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. El género está formado por hojas coriáceas y aromáticas; inflorescencias axilares o subterminales, dispuestas en panículas corimbosas o racimosas; flores pediceladas o sésiles, hermafroditas, con ovario globoso o subgloboso, estilo delgado, estigma triangular peldado; frutos en bayas globosas o elípticas (Bernal & Díaz, 2008).

1.2 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

El aguacate Hass es una especie perenne, muy vigorosa, es un árbol de crecimiento erecto con altitud y formas variadas, que en condiciones naturales sin ninguna actividad cultural (poda) sobre la planta puede superar los 10 metros, la copa puede alcanzar un diámetro de 25 metros, la forma está acorde a la variedad, para el caso del Hass, puede considerarse obovado y/o semicircular. En la figura 2 se puede apreciar un árbol adulto de aguacate Hass el cual se le han realizado podas de formación que han reducido su tamaño natural.



Figura 2. Tipo de árbol del aguacate Hass (Barrera, 2014).

1.2.1 RAÍZ

Raíz pivotante, muy ramificada de distribución radial. En los primeros 60cm aparecen las raíces secundarias y terciarias, aunque la raíz principal puede superar 1.0 m de profundidad. El aguacate no forma pelos radiculares visibles (Bernal & Díaz, 2008).



Figura 3. Raíz del aguacate en estado de plántula (Barrera, 2014).

1.2.2 TRONCO

La superficie del tronco es rugosa, su ramificación es intensiva y la distribución de las ramas es verticilada. El color de las ramas jóvenes es rojo cobrizo, más intenso hacia el ápice. La superficie es pubescente y presenta lenticelas de color Verde. El tallo es cilíndrico, leñoso, ramificado y erecto, la copa es globosa y acampanada. En la fig. 4 se puede observar una fotografía de un tronco de aguacate Hass de aproximadamente 8 años de edad, con podas de formación desde el inicio de su desarrollo (Barrera,2014).



Figura 4. Tronco de la planta del aguacate. (Barrera, 2014).

1.2.3 HOJAS

Están dispuestas de forma alterna. Son pedunculadas, muy brillantes, de forma lanceolada, con base aguda, margen entero y ápice agudo. El color de las hojas maduras es verde mate, el peciolo presenta estrías o surcos y el relieve de la venación por el haz es intermedio, usualmente levantado. En la fig. 5 se puede observar una imagen de las hojas de una planta de aguacate listo para ser llevado al sitio definitivo (Barrera,2014).



Figura 5. Hojas de la planta del aguacate(Barrera,2014).

1.2.4 INFLORESCENCIA

Las inflorescencias del aguacate pueden ser determinadas e indeterminadas, como se puede apreciar en la fig. 6 En las determinadas el meristemo del eje primario forma una flor terminal, los brotes se ubican hacia la parte superior o exterior del árbol donde la intensidad lumínica es mayor, cuando se cosecha los frutos el brote determinado muere. En las de tipo indeterminado el ápice del eje primario finaliza en una yema vegetativa, iniciando el crecimiento al momento de la antesis y continua después de la cosecha de los frutos existentes en la planta, Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y el 0,1% se transforma en fruto. Las evaluaciones realizadas muestran que la primera Floración se presenta a los 1,5 años. (Rebolledo & Romero,2011).

(a)Determinadas (b)Indeterminadas



Figura 6. Características de la inflorescencia del aguacate variedad Hass (Rebolledo & Romero ,2011).

1.2.5 FLOR

Las flores de aguacate son perfectas y están agrupadas en racimos subterminales que pueden llegar a contener hasta 450 flores (Gazit & Degani, 2002; Bernal & Díaz, 2008); estas son de 1 cm de ancho y 6-7 mm de longitud, color verde amarillo claro y con nueve periantos, nueve estambres y un pistilo, en la base de cada tres filamentos de estambres interiores hay dos nectarios; cada antera está conformada por cuatro sacos polínicos, los cuales contienen de 500 a 700 granos de polen (Rebolledo & Moreno,2011).

Las flores presentan una dicogamia (protógina) sincronizada, son bisexuales al tener en la misma flor los órganos masculinos y femeninos, estos maduran, pero son funcionales en diferente tiempo, siendo primero los órganos femeninos. La flor realiza dos aperturas una como estado femenino. otro como estado masculino. Entre los dos estados se da un cierre intermedio y luego uno final de la flor. En la fase femenina los tépalos se abren y el pistilo esta erecto con el estigma receptivo al polen, los estambres están apoyado y protegido sobre los tépalos con las anteras no dehiscentes. El proceso dura entre una a dos horas, dependiendo de las condiciones ambientales, la flor inicia su primer cierre cuando los estambres se levantan e inclinan hacia el centro de la flor hasta tocar el pistilo el cual continua erecto. (Rebolledo & Moreno,2011). El proceso se puede alterar por condiciones climáticas como el frío haciendo que el tiempo se prolongue. Este proceso de dicogamia sincronizada, se discute hoy en día al cumplirse a cabalidad por muchos aspectos lo que permite que algunos árboles generen un traslape, que consiste en que un árbol tenga al mismo tiempo flores masculinas y femeninas abiertas, facilitando la polinización dentro de la misma especie, como posiblemente sucede con la variedad Hass (Rebolledo & Moreno,2011).



Figura 7. Flor de árbol de aguacate (Barrera,2014).

1.2.6 CICLO FLORAL

La apertura floral ocurre en dos etapas. Por esta razón, las variedades se clasifican de acuerdo con el comportamiento de la inflorescencia: tipo A y B. Las flores abren primero como femeninas, cierran por un periodo fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica es muy importante para el cultivo; es necesario mezclar variedades adaptadas a las condiciones ambientales locales, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. El ciclo floral puede ser afectado por la temperatura y la duración del día.

- **Tipo A:** La primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del medio día; la segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del siguiente día. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas (Scout, [1927] citado por Gazit & Degani en Whiley et ál., 2002).

- **Tipo B:** Es el patrón contrario; la apertura femenina ocurre en la tarde y la apertura masculina en la siguiente mañana. El ciclo de la apertura floral es de 20 a 24 horas. Las variedades de aguacate se continúan agrupando en dos, los de tipo de floración A y los de floración B, que permita realizar los cruces en las diferentes siembras para facilitar la polinización, para el caso del Hass (tipo de flor A) se recomienda como polinizador las variedades Ettinger y Fuerte (tipo de flor B). En la figura 8 se puede apreciar una flor masculina y una femenina del aguacate Hass.



Figura 8. Flor masculina y femenina (Rebolledo & Romero ,2011).

1.2.7 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. El fruto demora unos 180 días entre la floración y la maduración; posterior a su madurez fisiológica, los frutos son retenidos en la planta hasta por seis meses, sin perder su calidad de manera significativa, El contenido de grasa de la pulpa es del 17% hasta el 21%. ; La semilla es pequeña (bien pegada a la cavidad) y se pela fácilmente(Bernal & Díaz, 2008).



Figura 9. Formas y Colores del fruto del aguacate Hass (Barrera, 2014).

1.2.8 SEMILLA

Puede tener varias formas: 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 rugosa; los cotiledones son hemisféricos de color marfil, amarillo, crema y rosa (Bernal, J. A. et al., 2014).



Figura 10. Semilla del aguacate Hass (Barrera, 2014).

1.3 CICLO BIOLÓGICO DEL AGUACATE

El ciclo de vida o longevidad del aguacate, es prolongado llegando a los 25 años en las variedades criollas y de 15 a 18 en los mejorados. Se distinguen 4 etapas:

Tabla. 2 Ciclo de vida del aguacate Elaborada por el autor a partir de datos (Barrera,2014).

Desarrollo Vivero	7 a 10 Meses
Desarrollo Árbol Joven	1 a 4 Años
Desarrollo De La Producción	4 a 8 Años
Adulto En Plena Producción	8 a 25 Años

1.3.1 FENOLOGIA DEL CULTIVO DE AGUACATE

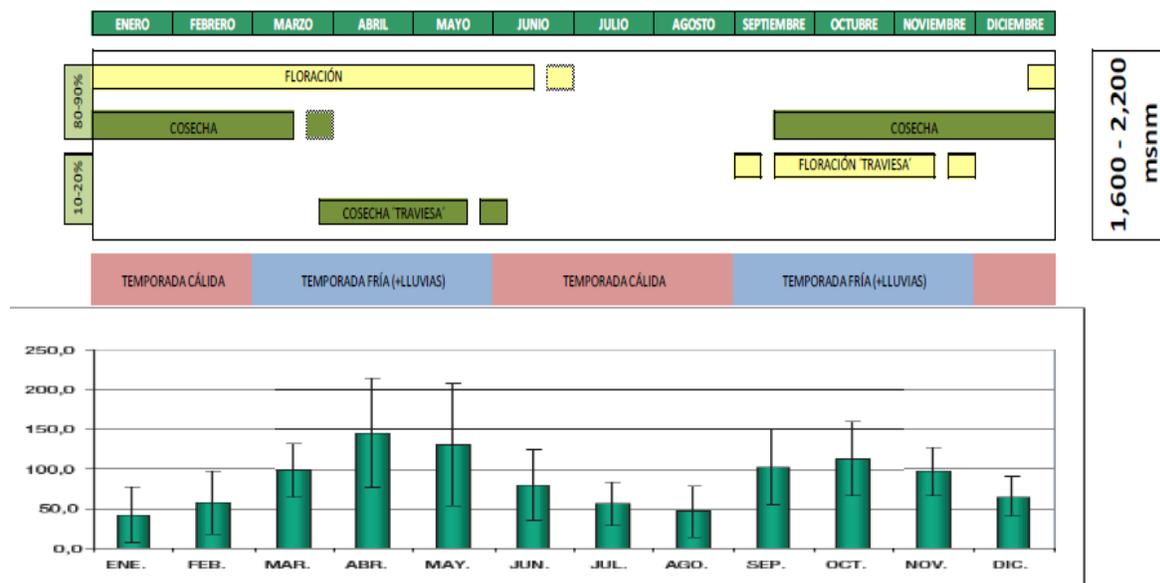


Figura 11. Etapas Fenológicas Del Cultivo De Aguacate En Colombia (Montgomery, sf).

La fenología es la correlación entre el clima en el cuál se encuentre el cultivo, y la serie de cadenas sucesivas que se presentan biológicamente (Whiley et al., 1988). Las plantas frutales, como lo afirma Cossio et al. quien referencia a Wolstenholme y Whiley (1989) en el 2008, pasan por diversas fases de desarrollo, como lo son iniciación y diferenciación floral, flujos de crecimiento vegetativo, amarre y caída del fruto, crecimiento y desarrollo del fruto, crecimiento de raíces entre otras. Generalmente en los principales países productores de aguacate, el cultivar 'Hass' presenta uno o dos etapas vegetativas y una sola etapa floral durante el año (Thorp et al., 1993). En Sudamérica, en Chile y Perú, los arboles presentan dos etapas vegetativas, intercaladas con crecimiento radical, y una sola etapa de floración (Mena-Volker, 2004; Dixon et al., 2008). La escala fenológica se ve directamente afectada por la temperatura ambiental. El periodo de flor a fruto, se torna más largo a medida que la temperatura disminuye, necesitando un rango entre 14 y 24°C de temperatura media anual (Gonzalez,2016).

El aguacate es una planta de débil dominancia apical, lo que facilita el desarrollo de las yemas axilares. La relación entre la cantidad de hojas y frutos es un aspecto importante en el proceso de fructificación. Las hojas productoras, por medio de la fotosíntesis, las sustancias hidrocarbonadas que se trasladarán al fruto en el proceso de engrosamiento del mismo. La relación de hojas sanas por fruto de aguacate es de 50 hojas adultas, el aguacate es muy exigente en este aspecto, factor que incide en el nivel de la poda (Gonzalez,2016).

1.3.1.1 FASE VEGETATIVA

Tabla. 3 Codificación de la escala BBCH del estadio principal 0, desde que inicia el hinchamiento de la yema, hasta que muestra brotes verdes(Gonzalez,2016).

Código	Días después de injerto	Descripción	Imagen
ESTADIO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 0: BROTACIÓN, DESARROLLO DE YEMA			
00	08	Dormancia de la yema	
01	25	Comienza la hinchazón de la yema	
03	48	Fin del hinchamiento de la yema	

Tabla 3. (Continuación).

07	67	La yema comienza a abrirse o brotar	
08	92	Crecimiento del brote. La yema muestra brotes verdes	
09	105	La yema muestra brotes verdes. Ápices foliares visibles, las hojas emergen	

Tabla .4 Codificación de la escala BBCH del estadio 1, donde se evidencia que las primeras hojas se separan del brote, hasta que desarrolla 9 o más pares de hojas(Gonzalez,2016).

ESTADIO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 1: DESARROLLO DE LAS HOJAS			
10	110	Las primeras hojas se separan del brote	
11	121	Desarrollo del primer par de hojas	
12	133	Desarrollo del segundo par de hojas	

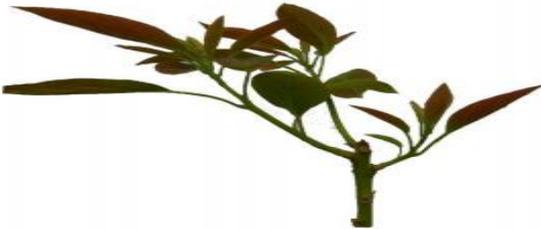
Tabla 4. (Continuación).

14	141	Desarrollo del cuarto par de hojas	
19	152	Desarrollo de 9 o mas pares de hojas	

Tabla 5. Codificación de la escala BBCH del estadio 2, que representa la formación de brotes laterales Fuente: (Gonzalez,2016).

ESTADIO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 2: FORMACIÓN DE BROTES LATERALES			
21	161	Primer brote lateral visible	

Tabla 5. (Continuación).

22	173	Segundo brote lateral visible	
23	180	Tercer brote lateral visible	

Existen etapas fenológicas donde el cultivo consume mayor cantidad de agua .Generalmente durante la Floración y el Cuajado de Frutos; mientras que existen etapas donde el cultivo es menos sensible al estrés hídrico antes de la Floración, durante la Cosecha y Poscosecha.De esta forma cuando el cultivo está en etapas de mayor consumo el Kc es mayor y cuando está en etapas de menor consumo, el Kc es menor, sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitación durante la floración y fructificación, reduce la producción y provoca la caída del fruto (Montgomery, sf).

1.3.1.2 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. Según Bernal y Díaz, 2008, la floración en aguacate consta de cinco etapas:

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

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

Etapa 3. Los pedúnculos florales se alargan.

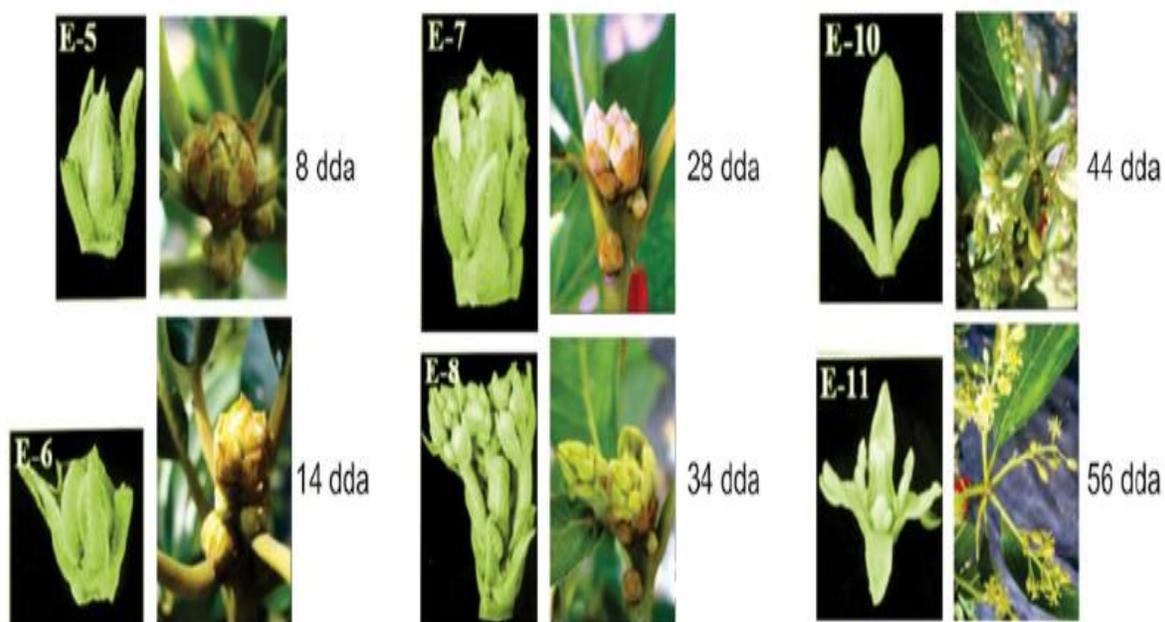
Etapa 4. El pedúnculo floral alcanza su estado definitivo y el racimo floral está perfectamente definido.

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

1.3.1.2.1 INDUCCIÓN FLORAL

La inducción floral es una serie de cambios en las células del meristemo vegetativo que permite la aparición de órganos florales en cambio de hojas. La inducción floral es una de las técnicas importantes a considerar en el sistema productivo del aguacate Hass, debido a se requiere tener producciones concentradas para poder ofertar volúmenes en épocas del año y no bajas producciones que encarecen el proceso de comercialización especialmente el internacional. Los cambios morfológicos suceden cuando los primordios de las yemas axilares o apicales se forman al finalizar cada flujo de crecimiento y se encuentran protegidos por brácteas. (ver tabla. 6.)

Tabla 6. Proceso de formación floral, (dda) días después de la antesis en variedad Hass (Rebolledo & Romero ,2011).



Estados fenológicos del aguacate variedad Lorena, según escala propuesta por Salazar-García (1988) para la variedad Hass. E5: Incremento en las dimensiones del brote. Escamas separadas. E6: Bracteas encierran la inflorescencia. E7: Apertura de las bracteas de la inflorescencia. Inflorescencia comienza a emerger. E8: Elongación de ejes secundarios (Estado de coliflor). Ejes terciarios aun cubiertos por bracteas. Se presentan pequeñas flores cerradas. E10: Flores completamente diferenciadas pero cerradas. E11: Flores en antesis. Brotación de yemas vegetativas en el apice de inflorescencias indeterminadas. inicio del flujo vegetativo de primavera. (dda: Días después de la antesis).

Estos cambios metabólicos suceden por diferentes aspectos como el clima (bajas temperaturas), acciones físicas (anillado-podas) en el árbol, la aplicación de sustancias químicas, el estrés hídrico provocado (déficit hídrico). Además, otros aspectos a considerar después de la inducción floral es la diferenciación floral que es la manifestación externa o cambio morfológico, como las partes observables de la planta (Romero, 2012).

1.3.1.2.2 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:

Etapa 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.

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

1.4 SIEMBRA

Las plantas al momento de la siembra deberán contar con una altura de 60 a 120 centímetros, los cuales se alcanzan 180 a 200 días aun estando en la bolsa. Para la siembra se deberá retirar la bolsa sin dañar el pan de tierra; en caso que la raíz haya sobrepasado la bolsa, se hará una poda de raíz; se deberán descartar las plantas cuando las raíces se encuentren torcidas. Seguidamente, se llena el hueco con el suelo preparado con anterioridad, apisonándolo para extraer el aire; finalmente se deposita la planta en el centro, procurando que esta quede ubicada en un montículo de 30 centímetros por encima del nivel del hoyo para evitar encharcamientos y pudriciones posteriores. La siembra se hace dos semanas después del inicio del período de lluvias (Bernal, J. A. et al., 2014).

Distancia (m)		Densidad de siembra (plantas/ha)	
Entre plantas	Entre surcos	Cuadro o rectángulo	Tresbolillo o triángulo
10	10	100	115
9	9	123	142
8	10	125	144
8	8	156	180
7	7	225	260
5	7	285	328
6	6	289	334
5	6	333	385
5	5	400	462

Tabla. 7 Distancias de siembra mas utilizadas en el cultivo del aguacate (Tomada de Bernal, J.A et al., 2014).

1.5 PODAS

El aguacate, por ser una especie siempre verde, requiere una poda específica; por esta misma razón existe la tendencia a no podar el huerto, permitiendo que los árboles se desarrollen naturalmente y realizando solamente algunos aclareos al cultivo (Rodríguez, 1992, citado por Bernal, J. A. et al., 2014). Los tipos de poda que se adelantan en el cultivo del aguacate son: formación, mantenimiento y renovación (Bernal, J. A. et al., 2014).

1.5.1 PODA DE FORMACIÓN INICIAL

Este tipo de poda se realiza desde el vivero. La poda del eje central como se muestra en la figura 12 se realiza a una altura de 60-70 cm, para dar fuerza a la distribución de ramillas equidistantes. Es importante captar esas ramillas, para ir ampliando y cerrando la copa. En el proceso, verifique que el árbol tenga una buena entrada de luz y aireación.



Figura 12. Poda del eje central del árbol de Aguacate (Montero, 2015).

1.5.2 PODA DE FORMACIÓN DE COPA

En este tipo de poda hay que realizar capas periódicas para controlar la dominancia apical (eje central y ramas laterales). Se debe de ampliar la copa del árbol. La recomendación es hacer raleo de ramillas internas y brindar al árbol bastante luminosidad y aireación. Las podas de formación se recomiendan realizarlas principalmente en cuarto menguante y en toda época del año.



Figura 13. Árbol podado con buena entrada de luz y aireación (Montero, 2015).

1.5.3 PODA DE SANEAMIENTO

Es la que pretende eliminar todas las ramillas secas, dañadas y muy bajas. Es necesario realizar un raleo interno, para que exista una entrada de aire y de luz natural. Realizar un raleo interno de ramillas (1 vez al año o después de cada cosecha).

1.5.4 PODA DE RALEO

Consiste en eliminar algunas ramas laterales, que permita la entrada de luz y aire, para reducir la incidencia de enfermedades y mejorar la calidad de los frutos.

1.5.5 PODA PARA BAJAR LA ALTURA DE COPA

Esta práctica se realiza con el fin de renovar tejido productivo generalmente en plantaciones de 12-15 años, que muestran agotamiento del área foliar, árboles difíciles de manejar y con distancias de siembra reducidas. La figura 14 muestra un árbol podado que permite la producción en ramas bajas.



Figura 14. Árbol de Aguacate a los seis meses de podado con fructificación en ramas bajas (Montero, 2015).

1.5.6 PODA DE RENOVACIÓN DE TEJIDO PRODUCTIVO

Se aplica en árboles de 12 a 15 años, árboles viejos, con copa alta o mal formada (figura 15).



Figura 15. Poda de renovación a diferente altura (Montero, 2015).

Existen varios tipos de poda, esto va a depender de las condiciones que presente el árbol. Por ejemplo, una poda total, generalmente, se maneja a una altura de 3 metros o 3 metros y medio. También se pueden realizar podas a los 2 metros y medio. Sin embargo, para realizar una poda a los 3 metros y medio el árbol tiene que tener buen espacio y una buena cantidad de ramas a los lados. Se debe de hacer una poda uniforme en las ramas principales. Las podas totales y de renovación de tejido productivo, se realizan al finalizar la época de cosecha y en zonas altas, se recomienda realizarla en época de verano. Cuando se va a realizar una poda de renovación, un momento oportuno es en la época de verano (marzo-abril), para evitar problemas con hongos (Montero, 2015).

1.6 REQUERIMIENTOS AGRO – ECOLÓGICOS

1.6.1 ALTITUD

El aguacate tiene un amplio rango de adaptación dependiendo de la raza, la Antillana prospera bien a nivel del mar, la raza guatemalteca 800 – 2400 msnm. y la raza mexicana de 900 a más de 2200 msnm, esto de manera general, a través del tiempo el aguacate se ha introducido a ambientes diferentes a los de su habitat natural, adaptándose en general bien (Bernal, J. et al., 2014).

1.6.2 TEMPERATURA

La raza mexicana se adapta a climas más fríos, soportando temperaturas de hasta 2,2 °C, pero teniendo como temperaturas Óptimas 5 a 17 °C; la raza guatemalteca se adapta a condiciones subtropicales, con temperaturas óptimas de 4 a 19 °C. Las temperaturas durante el desarrollo del fruto y la maduración pueden afectar también la calidad del fruto, ya sea acelerando o retrasando la madurez hortícola; en estudios realizados por Bernal (2011, citado por Bernal, J. A., et al., 2014), frutos de aguacate Hass, obtenidos de cultivos ubicados en zonas bajas, a 1.300 msnm, presentan formas más redondeadas y epidermis o cáscaras más rugosas, comparados con los obtenidos en condiciones de climas más fríos a alturas de 2.400 msnm, cuya forma es más alargada y la cáscara más lisa (Bernal, J. A., et al., 2014).

1.6.3 PRECIPITACIÓN

Los requerimientos difieren para las tres razas así: la raza mexicana requiere precipitaciones por encima de los 1.500 mm/anuales; para la raza guatemalteca por debajo de los 1.500 mm/año y para la raza Antillana los requerimientos están por debajo de los 1.000 mm/año. El aguacate tiene una amplia adaptación a la pluviosidad; se cultiva sin riego en zonas con precipitaciones que varían entre 665 mm y más de 2.000 mm/año (Bernal & Díaz, 2008).

El período más crítico en el que la planta debe disponer de suficiente agua comprende desde el cuajado hasta la recolección. Es a su vez muy sensible al encharcamiento, que produce asfixia radicular, lo cual, además, favorece el desarrollo del hongo (*Phytophthora cinamomni* Rand), causante de la pudrición de raíces. La floración del aguacate a diferencia de la de otros frutales, no es perjudicada por la lluvia, a menos que esta persista por un mes o más (Bernal, J. A., et al., 2014).

1.6.4 HUMEDAD RELATIVA

Se adapta a climas húmedos y semi-húmedos. Aunque se adapta bien a condiciones de humedad atmosférica bajas, No debe ser mayor a un 65% para evitar la alta incidencia de enfermedades causadas por hongos (Bernal & Díaz, 2008).

1.6.5 SUELO

Los suelos francos arcillo arenosos, profundos (0.80 a 1.50 metros), con buen drenaje interno y superficial, de 3 a 5% de materia orgánica. No es aconsejable plantar árboles de este cultivo en suelos salinos, arcillosos o con capas duras que impidan el buen desarrollo radicular. Se adapta mejor a suelos con un máximo de 30% de pendiente. Los suelos más recomendados son los profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácido (5.5 a 7), pero puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcilloso siempre que exista un buen drenaje, el exceso de humedad puede propiciar el ahogamiento de raíces y/o incidencia de (*Phytophthora cinnamomi*)(Bernal & Díaz, 2008). Por otro lado, Coria (2003), afirma que el pH ideal para las plantas de aguacate debe ser ligeramente ácido entre 5,5 y 7,0, para que se lleve a cabo de manera más fácil la absorción de nutrientes para que el desarrollo radicular se lleve a cabo de manera eficiente, debido a que los altos índices de alcalinidad, afectan la absorción de calcio y sodio. El aguacate es susceptible a vientos fuertes.

1.6.6 PRINCIPALES NUTRIENTES EN EL CULTIVO

En términos generales los suelos de clima frío en Colombia tienen una relativa baja disponibilidad de nutrientes, desbalances nutricionales y el pH del suelo es normalmente bajo, lo que hace que se consideren entre extremadamente a fuertemente ácidos (4,5 - 5,5). El aluminio intercambiable generalmente es menor de 3,0 cmolc.kg⁻¹ de suelo; no obstante, puede representar hasta el 60% de la capacidad de intercambio catiónico. Los productores deben poner atención al potencial de rendimiento de cada cultivar y a la remoción total de nutrientes y deben asegurar que se suplemente suficiente N y K, para lograr el crecimiento y calidad deseados (Estrada et al., 2014).

1.7 FITOSANIDAD DEL CULTIVO AGUACATE HASS

El cultivo del aguacate presenta un número importante de problemas fitosanitarios dentro de los cuales se destacan por su importancia las enfermedades de la raíz. Las raíces y el sistema vascular de los árboles son afectados por diversos microorganismos, causando síntomas similares lo que dificulta su diagnóstico y correcto manejo. Como el patógeno más limitante del cultivo se ha reportado al Oomycete (*Phytophthora cinnamomi* Rands), el cual puede causar pérdidas hasta del 90%. Otros patógenos encontrados afectando raíces y tallo han sido: (*Phytophthora heveae* Thompson), (*Phytophthora citricola* Sawada), (*Verticillium* sp), (*Cylindrocladium* sp), (*Rosellinia* sp), (*Fusarium solani* Sacc), (*Fusarium oxysporum* Schlecht), (*Fusarium equiseti* Corda), (*Rhizoctonia* sp),.

(*Phymatotrichum omnivorum*(*Shear*) *Duggar*), (*Cylindrocladiella sp.*), (*Cylindrocarpon sp.*), (*Phytium sp.*) y los nematodos:(*Helicotylenchus sp.*), (*Rotylenchulus sp.*) y (*Pratylenchus sp.*). (Ramírez et al., 2014).

Coincidiendo con la sintomatología mencionada anteriormente para las enfermedades de origen biótico en aguacate, se reporta a los problemas de déficit de oxígeno en el suelo, como una de las causas más frecuentes de la muerte en campo, consecuencia directa de la siembra en suelos inundados o con problemas de drenaje(Ramírez et al., 2014).

La presencia de plagas en el producto cosechado es una de las principales limitantes en la admisibilidad de frutos en fresco para exportación; por lo tanto, es necesario formular e implementar planes de manejo integrado de plagas durante el proceso de producción de la fruta. De acuerdo con Téliz y Mora (2007), los barrenadores de ramas, tronco y semilla, ácaros y trips, son las plagas que tienen un mayor impacto económico debido a las prácticas fitosanitarias aplicadas para su manejo y control. Por ello, es necesario determinar el umbral y nivel de daño económico para poder establecer una mejor estrategia de manejo de plagas: Pasador del fruto (*Stenomoma catenifer Walsingham*) (Lepidóptera: Elasmobranchidae), Barrenador de la semilla (*Heilipus spp*) (Coleóptera: Curculionidae), Barrenador de las ramas del aguacate (*Copturomimus perseae Hustache*) (Coleóptera: Curculionidae), Escama (*Coccus viridis (Green)*) (Hemiptera: Coccidae), Hormiga arriera (*Atta cephalotes*), (Himenóptera: Formicidae), Trips (*Thrips palmi Karny.*) (Thysanoptera: Thripidae), (*Monalonion velezageli*) (Hemiptera: Miridae), Chinches (*Antiteuchus tripterus Fabricius*); (Hemiptera: Pentatomidae), (*Compsus sp.*) (Coleóptera: Curculionidae), Mosca del ovario (*Bruggmanniella perseae Gagné*) (Cecidomyiidae: Díptera) (ICA,2012).

1.8 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Cultivar aguacate Hass resulta muy eficiente para los productores nacionales, pues países como Estados Unidos se han convertido en un mercado muy atractivo por su cercanía, crecimiento en el consumo y mejores precios. Colombia y Antioquia han hecho una apuesta estratégica por llegar a estos mercados con el aguacate Hass. Pero ¿qué se requiere para volverse un productor eficiente y rentable de aguacate Hass? Lo primero es tener un buen suelo con las condiciones de temperatura y clima adecuado para una cosecha de calidad. Luego hay que pensar en la mano de obra, la cual encierra la limpieza del lote, siembra, aplicación de control biológico, adecuación de vías de drenaje, entre otros. Esto puede tener un costo promedio de \$7,2 millones. Otra parte fundamental para crear un cultivo de aguacate son los insumos, de los cuales hacen parte los fertilizantes y otro tipo de productos para controlar hongos, hormigas y otras plagas que puedan afectar el cultivo, esto puede llegar a un costo cercano de \$3,6 millones. Otras inversiones que se requieren son la asistencia técnica y capacitación, y si no cuenta con un terreno propio, el arriendo del suelo. Esto podría devengarle en promedio \$1,5 millones. Por último, si no se cuenta con las herramientas necesarias como guadañas, fumigadoras, y riego, el costo se incrementaría cerca de \$500.000 más, es decir, la inversión total estaría por más de \$12 millones por hectárea, aunque esta inversión inicial irá disminuyendo gradualmente cada año, pues solo se necesitará algunos insumos y mano de obra (Ruiz, 2014).

CAPITULO II

2 CONTEXTO GENERAL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

El Departamento de Cundinamarca, es uno de los treinta y dos departamentos que, junto con Bogotá, Distrito Capital, componen el territorio de la República de Colombia. Se localiza en el Centro del país, haciendo parte de la región Andina. Cuenta con una superficie 24.210 Km², lo que representa el 2.12 % del territorio nacional. Su capital es la ciudad de Bogotá, D.C., aunque no hace parte del régimen administrativo de Cundinamarca, es su capital y está conformado política y administrativamente por 116 municipios que conforman 15 provincias: Almeidas, Alto Magdalena, Bajo Magdalena, Gualiva, Guavio, Magdalena Centro, Medina, Oriente, Rionegro, Sabana Centro, Sabana Occidente, Soacha, Sumapaz, Tequendama y Ubaté.

Figura 16. Mapa División Político Administrativa Departamento De Cundinamarca (IGAC, 2017).



Figura 17. Mapa Provincias Departamento De Cundinamarca. División Político Administrativa 2017(IGAC,2017).



2.1 CARACTERISTICAS AGROECOLOGICAS DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

El departamento de Cundinamarca está localizado en la zona central del territorio nacional, en la Región Natural Andina y sobre la Cordillera Oriental donde se ubica la ciudad de Bogotá, capital del departamento y de la República.

El occidente del departamento está conformado por la depresión que conduce al valle del río Magdalena y el oriente por la que forma el piedemonte llanero. Geográficamente se encuentra enmarcado por las coordenadas 3° 42' de latitud norte al sur del río Sumapaz; el extremo septentrional a 5° 51' de latitud norte, localizado en el río Guataquí el extremo oriental a los 73° 03' de longitud oeste en la ribera del río Guavio; y el extremo occidental a los 74°54' de longitud oeste, justamente en la ribera oriental del río Magdalena (Cámara de Comercio de Bogota,2008).

Cundinamarca agroecológicamente dispone de 1.025.938 hectáreas con vocación agropecuaria, que, por sus características de suelo, relieve y particularmente clima, permite el establecimiento y explotación de un gran número de especies y variedades frutícolas para satisfacer las expectativas de los mercados de consumo fresco y procesado (Ministerio de Agricultura ,2017).

Un estudio desarrollado por (María Fernanda Silva Bustos,2017) en el departamento de Cundinamarca determino las provincias con sus respectivos municipios que producen la mayor cantidad de aguacate Hass: Sumapaz (Silvania, Pandi, Venecia, Tibacuy), Gualiva (Supata, San Francisco, Villeta), Magdalena Centro(Bituima), Almeidas(Tibirita) y Tequendama(Viota).

2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL SUMAPAZ

Localizada en el costado sur de Cundinamarca, representa el 8% del área total del departamento. Es la sexta provincia en extensión territorial con 1808 km². Está conformada por 10 municipios: Arbeláez, Cabrera, Fusagasugá, Granada, Pandi, Pasca, San Bernardo, Silvania, Tibacuy y Venecia. Limita por el norte con las provincias de Tequendama y Soacha, por el sur con el Departamento del Tolima, por el oriente con la ciudad de Bogotá, D.C., y por el occidente con la provincia Alto Magdalena (Cámara de Comercio de Bogota,2008).

Figura 18. Mapa de los Municipios de la Provincia del Sumapaz Secretaría de Planeación – Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



2.1.1.1 ZONAS GEOGRÁFICAS Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Con una altura comprendida entre los 480 - 3500 msnm, se origina un abanico de pisos térmicos y microclimas, que son modificados por la influencia del Páramo de Sumapaz, las condiciones de relieve y de la cota altimétrica. En efecto, las zonas de vida que encuentran son las de Páramo (P), bosque muy húmedo Montano Bajo (bhm-MB), bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), bosque seco Montano Bajo (bs-MB), bosque seco Premontano (bs-PM), bosque húmedo Premontano (bh-PM), bosque muy seco Premontano (bsm-PM), bosque húmedo Montano (bh-M) y bosque seco Tropical (bs-T). Las condiciones que caracterizan estas zonas de vida favorece el cultivo de diversas hortalizas y frutas, que hacen parte de la economía regional. La Provincia se divide en tres zonas geográficas en las cuales se distribuye la producción de frutas y hortalizas. Son estas la zona norte, la zona central y la zona sur (Jaler, S.R, 2010).

Zona norte: Comprende los municipios de Granada y Sylvania, está conectada por la vía Panamericana, presenta los mejores suelos y su clima va del templado al frío. Allí se produce la mayor cantidad de fruta de exportación como la uchuva, gulupa, granadilla y el tomate de árbol y las hortalizas de crecimiento rápido como arveja y habichuela. Tiene un área para producción de papa, en la cota que está por encima de los 2400 msnm, en la vereda El Soche y San José, del municipio de Granada.

Zona central: Está formada por un corredor climático que va desde el clima cálido, en Boquerón y Chinauta en Fusagasugá (450- 900 msnm), hasta al clima frío en Los Colorados (3400 msnm), en Pasca. Esta zona la conforman Fusagasugá, Tibacuy, Pasca y Arbeláez; produce cultivos transitorios como cebolla de bulbo, tomate chonto y milano, pepino de relleno, pepino cohombro, arracacha, habichuela, frijol, arveja y cultivos permanentes como mora, lulo, feijoa, curaba, granadilla, gulupa, maracuyá, banano, pitahaya y papayuela.

Zona sur: A esta zona pertenecen los municipios de Pandi, Venecia, Cabrera y San Bernardo, se caracteriza por estar más cercana al Páramo de Sumapaz y reciben su influencia geográfica y climática, dando origen a ecosistemas con microclimas especiales, que favorecen el crecimiento de variedades frutícolas que se exportan, como la gulupa, la pitahaya y la granadilla. También se favorece la producción de frijol, arveja y habichuela. El municipio de Cabrera, tiene la mejor producción de frijol variedad bola roja en la región; San Bernardo, tiene la mayor área sembrada en mora con 850 hectáreas y su producción supera las 1000 toneladas mensuales; Venecia, produce gulupa, habichuela, arveja, frijol, mora y pitahaya; Pandi, produce habichuela, tomate chonto, tomate de árbol y banano variedad Gross mitchel, llamado banano criollo en la región.

2.1.1.2 TOPOGRAFÍA Y MOVILIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS

La provincia presenta una topografía montañosa, muy quebrada. Al oriente de la región se encuentra el Páramo de Sumapaz; al centro, entre los ríos Cuja y Chocho, se encuentra una llanura con mesetas segmentadas que en suave declive se extiende desde Fusagasugá hasta el curso medio del río Sumapaz, que es el límite sur, cerrando Sistema de Holdridge adaptado a las condiciones climáticas

de Colombia (IGAC). a una altura de 480 msnm. El área restante presenta, colinas, valles y cañones con pendientes que van desde ligeramente hasta severamente inclinadas. En cuanto al recurso hídrico, abundante por la influencia del Páramo de Sumapaz y favorecido por la topografía, se encuentra enmarcado hacia el norte por la microcuenca de los ríos Subía, Barro blanco y Chocho; en el sur por el río Sumapaz (Jaler,S.R ,2010).

2.1.1.3 VALORACIÓN DE LA POTENCIALIDAD Y VOCACIÓN DEL SUELO EN LA PROVINCIA DEL SUMAPAZ

Potencialidad de los suelos rurales: El uso potencial de las tierras se define como el uso más intensivo que puede soportar el suelo, garantizando una producción agropecuaria sostenida y una oferta permanente de servicios ambientales, sin deteriorar los recursos naturales. Para este análisis se tienen en cuenta:

Los diferentes tipos de suelos, su clase, calidad y vocación de uso.

El clima y el piso térmico.

La zona de vida para valorar la adaptación de especies vegetales al ecosistema productivo.

Los efectos del uso agrícola en la conservación del suelo.

Las actividades humanas dispuestas para la adecuación y el laboreo para la siembra.

Cultivos potenciales para la Provincia de Sumapaz: Los cultivos transitorios nuevos, especialmente las hortalizas de hoja, tallo y flor, tienen aceptable demanda si se reconoce que provienen de la provincia, esto debido a que el sistema de cultivo es más limpio que el producido en la Sabana de Bogotá; el agua de riego no está contaminada y la calidad es mejor. Por condiciones climáticas y de suelos no existe problema para la adaptación de estas especies (Jaler,S.R ,2010).

Vocación de los suelos rurales: La vocación hace referencia a la capacidad de uso de la tierra, teniendo en cuenta las características fisicoquímicas, biológicas, estructurales, texturales y cualidades como la localización y ubicación en el espacio físico, el clima, la geomorfología, los materiales parentales y el tipo de suelo, que permiten reconocer la calidad del suelo, para su mejor aprovechamiento (Jaler,S.R ,2010).

Tabla . 8 Distribucion de los suelos según su clase en la Provincia del Sumapaz(IGAC,1977 & CORPOICA,2002).

Clase de suelo	%	Área (ha)
II	12	21 136
III	15	26 420
IV	30	5 284
V, VI, VII	33	58 125
VIII	10	17 613

En los suelos de clase II, con 21136 hectáreas, distribuidas entre el piso térmico frío, templado y medio, comprendido entre los 1400 a 2600 msnm, se produce la mayor cantidad de productos agrícolas, especialmente arveja, habichuela, tomate chonto, frijol, maíz, papa, cebolla de bulbo y de rama, en cultivos transitorio; mora y tomate de árbol en cultivos permanentes. En esta franja se dan las condiciones climáticas apropiadas para que las especies hortícolas y frutícolas referenciadas anteriormente se desarrollan en las mejores condiciones ambientales. En la actualidad en esta área se cultiva la fruta de exportación que se produce en la región: uchuva, granadilla, gulupa y tomate de árbol.

Los suelos de la clase III ocupan 26420 hectáreas, es la franja usada por los pequeños agricultores para la siembra de cultivos transitorios y permanentes. Para su aprovechamiento apropiado se deberá establecer un plan de conservación de suelos, debido a que se ubica en la ladera, de inclinación moderada y con posibilidad de aplicar riego, que si no se usa adecuadamente puede causar erosión. En el clima templado y frío, que va desde los 1500 a los 2500 msnm, se ubica la mayor área de esta clase de suelos. Se produce papa, arveja, cebolla de bulbo, frijol, maíz, mora, tomate de árbol, habichuela, lulo, uchuva, granadilla, gulupa, aguacate, tomate de árbol. Estos suelos requieren de rotación de cultivos y de un plan de manejo y conservación con coberturas vegetales. El riego debe ser aplicado con moderación y por goteo, siendo éste un sistema diferente al aplicado con surtidores y por aspersión, ya que promueve la erosión del suelo por el golpe del agua y la escorrentía.

Los suelos de clase IV, aunque no tienen un área extensa, unas 5284 hectáreas, se ubican en su mayoría en la franja de clima templado, en la cota comprendida entre los 1500 y los 2000 msnm. Ocupan laderas y pequeños corredores entre las colinas y serranías, caracterizándose por presentar rocas dispersas y suelos cascajosos o con pedregosidad moderada. Se dificultan la disponibilidad de agua y el laboreo mecanizado. Actualmente se aprovechan para la siembra de habichuela, tomate chonto y banano. Los agricultores los prefieren porque obtienen cosechas con mejor rendimiento, especialmente en el cultivo de habichuela.

Los suelos de clase V, VI, VII, presentan una extensión considerable, con un área de 58125 hectáreas, que equivalen al 45,2 por ciento del total, se localizan en la zona de ladera y pendientes que van de moderadas hasta fuertemente inclinadas. Se pueden extender desde el clima seco tropical hasta el subpáramo. Si se tiene en cuenta la topografía regional, estos suelos se encuentran dispersos por todas las zonas climáticas y se presentan en todos los municipios. Aunque tiene limitación para cultivar, es frecuente encontrar cultivos en las laderas, a pesar de la dificultad para realizar las prácticas de sostenimiento y manejo agronómico del cultivo. El mantenimiento es costoso y los rendimientos son bajos, a pesar de esta situación los pequeños productores que son propietarios de la tierra, se someten a adelantar cultivos bajo estas condiciones. Estas tierras tienen bajo precio comercial, debido a su topografía y quienes las compran lo hacen para favorecerse por el precio; otras se heredan familiarmente y corresponden a tierras que fueron colonizadas, siendo transferidas a generaciones de herederos. El aspecto climático en la ladera presenta condiciones de temperatura, humedad y luminosidad muy regulares, favoreciendo el crecimiento de cultivos transitorios y permanentes que se explotan en la región.

La clase VIII, se encuentra en la zona del páramo, hace parte del ecosistema hídrico y no acepta ninguna clase de intervención en agricultura, debido a la localización, como se encuentra reglamentado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Se ubica en las cotas comprendidas entre los 3500 a los 3800. Es posible encontrar franjas de terreno plano con características de suelos para uso agrícola, pero por encontrarse en área restringida se debe mantener sin intervención antrópica (Jaler,S.R ,2010).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL GUALIVA

La provincia del Gualivá está ubicada sobre la ladera occidental de la cordillera oriental, entre alturas que van desde los 500 m.s.n.m. (en Utica) hasta los 3000 m.s.n.m. en el Cerro del Tablazo (municipio de Supatá). Esta provincia limita por el Oriente con la sabana de Bogotá, específicamente con los municipios de: Subachoque, El Rosal y Facatativá; por el Occidente con la provincia del bajo Magdalena, municipios de Guaduas y Caparrapi; por el Sur con las provincias del Tequendama y Magdalena centro, municipios de: Vianí, Bituima, Anolaima y Guayabal de Síquima; y por el Norte con la provincia del Rionegro, municipios de: La Palma, El Peñón y Pacho. Hacen parte de la provincia del Gualiva los municipios de: Albán, Sasaima, Villeta, Utica, Quebrada negra, Nimaima, Vergara, Nocaima, San Francisco, La Vega, La Peña, Supatá. Tiene una extensión de 1284.92 km² equivalente a 128.492 hectáreas, que corresponde al 5.63% del territorio del departamento de Cundinamarca (Mayorga, 2004).

Figura 19. Mapa de los Municipios de la Provincia del Gualiva Secretaría de Planeación – Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



Esta provincia se caracteriza por su topografía montañosa en donde se destacan los escarpes, altos cerros que bordean la entrada a la sabana de Bogotá entre otros: El Cerro del Tablazo que cubre parte de los municipios de San Francisco, Supatá, Pacho y Subachoque. El cerro del Chuscal en el municipio de La Vega. Las Peñas del Aserradero en Sasaima. El cerro de Manjui en Albán. Hacia la zona media se presentan mesetas onduladas y pequeños valles intermontanos.

La provincia goza de una diversidad climática producto de sus condiciones topográficas y de la ubicación geográfica. Así, por ejemplo, la temperatura varía desde los 26° C en la cercanía a la ribera del río del Río Negro hasta los 8° C aproximadamente en el Cerro del Tablazo, aunque es muy uniforme en sus regiones y pisos térmicos.

La provincia del Gualivá hace parte de la gran cuenca del río Negro y en ella hay dos subcuencas, que son:

Subcuenca hidrográfica del río Villeta o Tobia: La subcuenca del Río Villeta abarca 943.29 km² y una longitud del río de 75.9 kilómetros. En la inspección de Tobia, límites de los municipios de Nimaima, Quebradanegra, La Peña y Utica el río Villeta desemboca al río Negro.

Subcuenca hidrográfica del río Pinzaima-Supatá.: La subcuenca del río Pinzaima tiene una extensión de 267.94 km² y un recorrido de 76.8 kilómetros. Nace en la parte alta del municipio de Supatá en el cerro El Tablazo y es una de las principales fuentes de agua para acueductos urbanos y rurales de los municipios de Supatá, Nimaima y Vergara.

Dentro de los productos permanentes, las cifras de la Secretaría de Agricultura del Departamento hacen evidente que la vocación agrícola más importante de la Provincia de Gualivá es el cultivo de caña panela, en el que la producción regional durante el 2009 ascendió a cerca de 106 mil toneladas (la mayor del departamento) y en el que las áreas cosechadas (23.103 hectáreas) representaron el 68% del total las tierras cosechadas en la Provincia.

Según el plan de gestión ambiental regional 2001-2010 formulado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) la provincia se caracteriza por el desarrollo de una agricultura comercial de montaña entre los 1.000 a 1.800 de altura, localizando la zona cafetera entre los 1.200 y los 1.800 msnm y la franja productora de caña panelera entre los 1.000 y 1.500 msnm.

La Provincia de Gualivá también se destaca por la producción y las importantes extensiones cosechadas de (i) plátano, que con cerca de 2.700 hectáreas cosechadas y una producción superior a las 13.000 toneladas, le permitió a la región alcanzar el primer lugar en la producción departamental de este producto; (ii) cítricos, en el que se posicionó como el tercer productor de Cundinamarca con 10.777 toneladas y 1.320 hectáreas cosechadas; y (iii) café, cuya producción se aproximó a las 7.000 toneladas en cerca de 5.800 hectáreas cosechadas, ocupando el tercer lugar en la producción departamental. En relación con los cultivos permanentes, también se debe mencionar que los actores públicos y privados de la región manifiestan que en la Provincia de Gualivá se han empezado a desarrollar iniciativas vinculadas a la cosecha de aguacate, cacao y fresa, productos en los que habría alto potencial para avanzar hacia esquemas productivos que incorporen valor agregado y/o transformación agroindustrial de los mismos (Universidad del Rosario (2011).

2.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DE MAGDALENA CENTRO

La Provincia Magdalena Centro está localizada al occidente del departamento de Cundinamarca. Limita por el norte con la Provincia de Bajo Magdalena, por el sur con la Provincia de Alto Magdalena, por el occidente con las Provincias de Tequendama y Gualivá, y por el oriente con el departamento de Tolima. Se ubica aproximadamente a 115 km de Bogotá D. C. y a 90 km de Facatativá, uno de los mayores centros económicos del departamento de Cundinamarca. Con estas dos ciudades está articulada en cuanto a compra y venta de productos y servicios, además son los principales mercados para la comercialización de la producción agropecuaria de la Provincia. Tiene una extensión territorial de 1.048 km², correspondiente al 4,7 % del área total del departamento, siendo la decimosegunda provincia en cuanto a tamaño en el departamento. Su jurisdicción comprende los municipios de Beltrán, Bituima, Chaguaní, Guayabal de Siquima, Pulí, Vianí y San Juan de Río Seco, que es la cabecera de la Provincia (Universidad del Rosario, 2011).

La Provincia Magdalena Centro es la séptima región del departamento con mayores extensiones de tierra dedicadas a la producción agrícola (18.716 ha), es la tercera provincia con mayor índice de utilización de la tierra, alcanzó el 18 % del total de la superficie considerada como rural de la región,

es la cuarta provincia del departamento con el mayor número de hectáreas destinadas a cultivos permanentes (81%), pero una de las que menos destina tierras a cultivos transitorios (3.362 ha) ubicándose en el puesto 13 entre 15 provincias del departamento (Universidad del Rosario, 2011).

Figura 20. Mapa de los Municipios de la Provincia de Magdalena Centro Secretaría de Planeación-Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



2.1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DE ALMEIDAS

La provincia Almeidas o Sabana Norte, localizada en el nororiente de Cundinamarca, representa el 5,5% de área total del departamento. Es la novena provincia en extensión total territorial con 1.240 km². Está conformada por siete municipios: Chocontá (cabecera provincial), Machetá, Manta, Sesquilé, Suesca, Tibirita y Villa pinzón. Limita por el norte con la provincia Ubaté, por el sur con la provincia Guavio, por el oriente con el departamento de Boyacá, y por el occidente con la provincia Sabana Centro. Según el Censo general de 2005, la población total de la provincia Almeidas es de 72513 habitantes (3,3% de participación) y ocupa el decimoprimer puesto en población entre las quince provincias de Cundinamarca (Gobernación de Cundinamarca y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2003).

Figura 21. Mapa de los Municipios de la Provincia de Almeidas Secretaría de Planeación – Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



En la provincia Almeidas predominan las tierras de pastos, cuyo uso principal lo constituye el pasto manejado, el cual ocupa una extensión de 57.979 hectáreas que cubren el 46,7% de la provincia. De igual forma se destacan, además de los cultivos de papa (11,2%), las extensiones de rastrojo (10,2%), bosque secundario (6,1%), pasto con rastrojo (5%), pasto natural (4%), bosque plantado (3,9%) y vegetación de páramo (3,8%). La mayoría de los municipios de esta provincia forman parte de la denominada Región Hidrológica del Río Bogotá. Otras fuentes hídricas importantes en la provincia son el embalse del Sisga y el lago de Suesca, como también el río Machetá que pasa por los municipios de Manta, Tibirita y Macheta (Gobernación de Cundinamarca y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2003).

El total del área sembrada en la provincia Almeidas para el 2004 fue de 13.539 hectáreas de las cuales el 91,3% fueron cultivos transitorios que predominan en esta provincia: el 3,4% permanentes y el 5,3% cultivos anuales. Si se compara con las otras provincias de Cundinamarca, Almeidas representa tan solo el 4,5% de las hectáreas destinadas para la agricultura y ocupó la décima posición. Los cultivos más representativos de la provincia fueron: papa, café y fresa. Si se compara la extensión territorial de la provincia contra el área sembrada en ella, se evidencia que Almeidas tan solo destinó el 10,9%

de sus suelos para la agricultura. Este resultado la consolidó como la décima provincia que aprovechó mayor porcentaje de suelos para las actividades agrícolas (Gobernación de Cundinamarca y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2003).

2.1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL TEQUENDAMA

La provincia del Tequendama, que está compuesta por diez (10) municipios: Tena, Anapoima, Anolaima, Apulo, Cachipay, El Colegio, Quipilé, San Antonio, Viotá y La Mesa. La cabecera municipal se encuentra a 1540 metros sobre el nivel del mar, la parte más alta corresponde a los límites con el municipio de Soacha con una altitud de 2400 msnm aproximadamente, y la cota mínima se encuentra en los límites con los Municipios de Tena y el Colegio con una altitud de 1100 msnm aproximadamente., presenta una de las mayores producciones del Departamento junto con la Provincia del Alto Magdalena, con 55.642 toneladas para el año 2009 y uno de los mejores indicadores de utilización de tierras del Departamento (Universidad del Rosario, 2011-26). Adicionalmente, esta provincia representa el 60.2 % de la oferta de mango que llega a la Central de Abastos de Bogotá (Corabastos), lo que muestra la importancia de esta provincia en el suministro de este producto en la capital del país. Pese a que la cadena productiva de mango presenta unas condiciones favorables de entorno, cultivo, demanda y producción, las exportaciones de mango han sido decrecientes en los últimos años. Pasando de exportar 12.712 toneladas en 2001 a 354 toneladas en 2011 (Agronet, 2012).

Figura 22. Mapa de los Municipios de la Provincia del Tequendama Secretaría de Planeación – Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



2.1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL BAJO MAGDALENA

La Provincia de Bajo Magdalena se encuentra localizada al noroccidente del departamento de Cundinamarca, limita por el norte con el departamento de Antioquia; por el sur con la provincia de Magdalena Centro; por el occidente con los departamentos de Tolima y Caldas, y por el oriente con las Provincias de Gualivá y Rionegro. Tiene una extensión territorial de 1.894 km², lo que corresponde al 8,47% del área total del departamento. Su jurisdicción comprende los municipios de Caparrapí, Puerto Salgar y Guaduas (cabecera de la Provincia).

Según cifras de la Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, durante el 2009, la Provincia de Bajo Magdalena se consolidó como la cuarta región del departamento con mayor extensión de tierra dedicadas a la producción agrícola (contaba con 21.252 hectáreas cosechadas), aprovechando solamente el 11,3% de las superficies consideradas rurales de la región. El nivel de aprovechamiento de la superficie rural de la provincia, está por debajo de provincias como Tequendama (30%), Gualivá (28%) y Magdalena Centro (18%), que también tienen una vocación agropecuaria. Dentro de los cultivos permanentes, las cifras reportadas por la Secretaría de Agricultura del Departamento hacen evidente que la vocación agrícola más importante de la Provincia de Bajo Magdalena es el cultivo de caña panela, en el que la producción provincial durante el 2009 ascendió a un poco más de 40 mil toneladas (Universidad del Rosario, 2011).

La Provincia de Bajo Magdalena también se destaca por la producción de (i) plátano, en el que la provincia cuenta con 1.130 hectáreas cosechadas lo que generó 8.032 toneladas; y (ii) cítricos, en los que a pesar de no contar con importantes extensiones cosechadas (sólo 320 hectáreas) la productividad de las mismas es bastante alta, alrededor de las 3.840 toneladas. De igual forma, la provincia ha comenzado a producir productos como aguacate y cacao, en los que se tener un potencial significativo en la Provincia (Universidad del Rosario, 2011).

Figura 23. Mapa de los Municipios de la Provincia del Bajo Magdalena Secretaría de Planeación – Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).



2.2 APTITUD DEL USO DE LAS TIERRAS -VOCACION AGRICOLA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

La clasificación de suelos por capacidad o aptitud de uso contempla ocho clases básicas, de las cuales la clase I es para los suelos de mayor capacidad agrologica y la clase VIII para aquellos que no tienen aptitud agropecuaria. Las clases se dividen en dos grandes grupos: las que pueden ser utilizadas en agricultura, I a IV, y las que no, V a VIII. El riesgo de erosión del suelo aumenta en forma progresiva de las clases I a la IV, reduciéndose la posibilidad de escoger cultivos e incrementándose las prácticas de conservación y de manejo. La situación en la región es la siguiente:

Las clases de I – III se pueden considerar con capacidad para agricultura: Los suelos son generalmente profundos, de textura franco a franco limosa, de topografía plana, bien drenados, retentivos al agua y de buena capacidad para el suministro de nutrientes vegetales. Ellas constituyen 226.735 ha, equivalentes al 9,3 % del total del departamento. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi ,2017).

Las clases IV y V se consideran aptas para uso agropecuario con restricciones moderadas por pendiente y/o suelo. En general se pueden trabajar mediante laboreo con animales. La clase V no es apta para la agricultura por razones diferentes del riesgo de erosión, como por ejemplo inundaciones, la pedregosidad u otras, limitaciones que pueden ser removidas mediante inversiones de capital. La topografía se presenta en tierras con pendientes inclinadas y complejas de moderada o baja fertilidad natural, de buen drenaje, de textura franco arcillosa a arcillosa; en la mayoría de los casos son moderadamente profundos. Ellas suman 327.445 ha, equivalentes al 13,4%. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2017).

La clase VI es apta sólo para pastos cultivos arbóreos o arbustivos de tipo permanente y bosques, debido a que presentan restricciones fuertes por relieve y otros limitantes al uso agropecuario. Los problemas o deficiencias más importantes que presentan están vinculados estrechamente a condiciones edáficas como profundidad efectiva limitada, presencia de grava, fertilidad generalmente baja, y a características topográficas desfavorables y por consiguiente a susceptibilidad a la erosión. Suma 471.758 ha, equivalentes al 19,4%.

La clase VII no se puede usar para fines agrícolas debido a la presencia de restricciones muy fuertes, en especial por clima (muy frío en algunos casos), la pendiente, que supera el 60%, así como por presencia de rocas, inundaciones, escasa profundidad u otras, que sólo permiten un laboreo manual y localizado. Pueden ser aptas para usos mixtos de bosques, cultivos arbustivos o arbóreos permanentes, pastos de corte y cultivos de pan coger (usos agrosilvopastoriles). Tiene 494.276 ha, que representan el 20,3 % de la región. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2017).

La clase VIII no tiene aptitud agropecuaria ni forestal de producción; la vocación es conservación, protección de cuencas y reservas hídricas. Tiene una superficie de 858.374 ha, que representan el 35,2%. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi ,2017).

2.3 SUELOS APTOS PARA LA PRODUCCION DE FRUTALES

De acuerdo con el estudio “Disponibilidad de suelos para la siembra de frutales en Colombia” del doctor Álvaro García Ocampo, Ph.D. experto en suelos y fertilidad, las áreas en producción y las potenciales para frutales se encuentran en el clima cálido, medio y frío, sobre diversos paisajes y

clases agroecológicas. Para el departamento de Cundinamarca, las tierras con vocación agropecuaria suman 1.025.938 hectáreas, que equivalen al 42,1% del territorio regional De éstas el 9,3%, o sea 226.735 hectáreas, son suelos mecanizables, aptos para cualquier tipo de cultivo (Ministerio de Agricultura ,2017).

Tabla.9 Aspectos generales de los principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca. Elaborada por el autor según datos (DANE,2016).

Municipio	Extensión	Altura	Temperatura Promedio	Población
Silvania	165 Km ²	1470 m.s.n.m	20 °C	20.872
Pandi	77 Km ²	1024 m.s.n.m	23 °C	5.350
Venecia	112 Km ²	1890 m.s.n.m	18 °C	3.777
Fusagasugá	206 Km ²	1728 m.s.n.m	19 °C	107.259
Bituima	61 Km ²	1412 m.s.n.m	21 °C	2.565
Supata	128 Km ²	1798 m.s.n.m	19 °C	4.764
Tibirita	57 Km ²	1980 m.s.n.m	18 °C	2.888
San Francisco	119 Km ²	1520 m.s.n.m	20 °C	8.187
Caparrapi	641 Km ²	1271 m.s.n.m	21 °C	13.788
Tibacuy	84 Km ²	1647 m.s.n.m	19 °C	4.698
Villeta	142 Km ²	799 m.s.n.m	24 °C	23.620
Viota	208 Km ²	567 m.s.n.m	25 °C	13.073

Tabla. 10 Principales Municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca (Área sembrada, Área cultivada, producción, rendimiento) en 2015. (Maria Fernanda Silva Bustos, 2017).

Principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca (área sembrada, área cosechada, producción, rendimiento) en 2015					
Municipios	Área sembrada	Área cosechada	Rendimiento (Ton/Ha)	Producción (Ton)	Numero de Fincas
Silvana	80	50	20,0	1.000	95
Pandi	47	37	13,0	481	20
Venecia	28	20	15,0	300	16
Supata	20	13	8,0	104	15
Tibirita	22	19	4,0	76	36
San Francisco	17	9	7,0	63	81
Caparrapi	26	10	6,0	60	20
Tibacuy	23	13	3,0	39	23
Villeta	11	7	3,0	21	8
TOTAL	274	178	8,78	2.144	314

Los nueve (9) principales municipios del departamento de Cundinamarca con mayor producción de aguacate de la variedad Hass para el año 2015, fueron tomados como referencia para la realización de las encuestas, las cifras de ese año, por ser las estadísticas más actuales de la secretaria de agricultura de la gobernación de Cundinamarca, estos están organizados de mayor a menor respecto a la capacidad productiva del fruto, los cuales son Silvania, Pandi, Venecia, Supata, Tibiritá, San Francisco, Caparrapí, Tibacuy y Villeta, en donde se discriminan las áreas sembradas medidas en hectáreas, el área cosechada, el rendimiento por hectárea cosechada, la producción total y finalmente el número de fincas productoras en dichos municipios.

Tabla. 11 Principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca (área sembrada, área cosechada, producción, rendimiento) en 2015-2016 (Maria Fernanda Silva Bustos, 2017).

Principales municipios con mayor producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca (área sembrada, área cosechada, producción, rendimiento) en 2015 - 2016										
Municipios	Área Sembrada		Área cosechada		Rendimiento (Ton/Ha)		Producción (Ton)		N° Fincas	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Silvania	80	85	50	55	20,0	20,0	1.000	1.100	95	95
Pandi	47	20	37	10	13,0	4,0	481	40	20	18
Venecia	28	41	20	26	15,0	12,0	300	312	16	40
Fusagasugá	36	43	28	31	10,0	9,0	280	279	25	30
Bituima	42	50,5	36	40,4	4,2	5,0	151,2	203	160	50
Supata	20	20,76	13	18,81	8,0	8,5	104	160	15	76
Tibirita	22	11	19	10	4,0	4,0	76	40	36	28
San Francisco	17	19	9	9	7,0	7,0	63	63	81	81
Caparrapí	26	33	10	17	6,0	4,5	60	77	20	15
Tibacuy	23	20	13	18	3,0	3,0	39	54	23	18
Villeta	11	13	7	11	3,0	5,0	21	55	8	8
Viota	0	45	0	36	0,0	5,0	0	180	0	32
Total	352	401,26	242	282,21	7,76	7,25	2.575	2.563	499	491

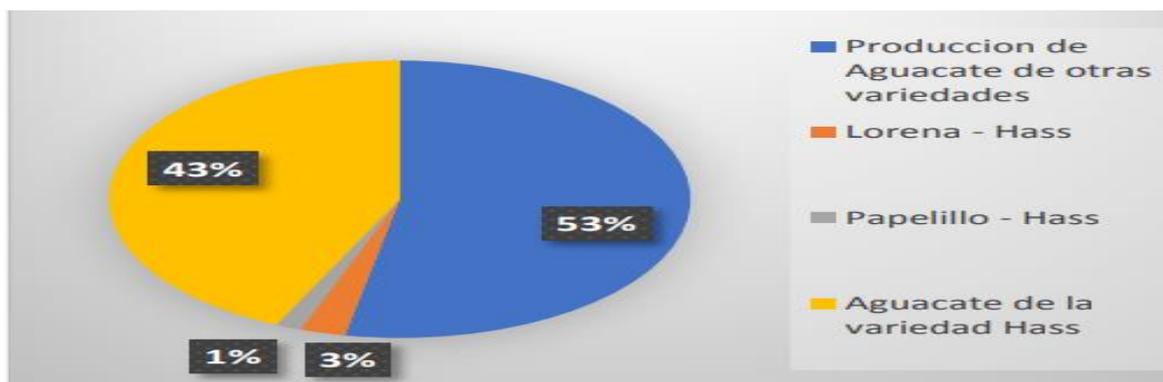


Figura 24. Participación porcentual en la producción de aguacate Hass en el departamento de Cundinamarca (Maria Fernanda Silva Bustos, 2017).

La participación porcentual de la producción de aguacate de la variedad Hass en el departamento de Cundinamarca del total producido por el mismo, es del 43%, existe producción de otras variedades que se encuentran junto con el Hass, como Lorena-Hass 3% y Papelillo-Hass con 1%, frente a la producción de otras variedades que es del 53%. La producción del aguacate Hass del departamento de Cundinamarca para el año 2016 fue de 3.050 toneladas, y la de otras variedades es de 3.760 toneladas, de aguacate Hass-Lorena 180 toneladas y Papelillo- Hass de 100 toneladas, para un total producido de 7.090 toneladas.

Dentro de los municipios con mayor producción de aguacate Hass y Lorena del departamento de Cundinamarca, se evidencian zonas específicas en donde hay potencial para desarrollar el cultivo de aguacate de la variedad Hass, los cuales tienen unas características específicas, es importante distinguir que los datos tomados son de la cabeza municipal, por tanto, las condiciones como altitud, temperatura, precipitación y viento, varían en las diferentes veredas de cada municipio.

Según información aportada por de la Secretaria de Agricultura del Municipio de Pasca (2018) se pudo determinar la existencia de cultivos de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en las veredas San Pedro, El Zaque, Gúchipas, Lázaro Fonte, El Retiro, Zaldúa, San Pablo con un total de 25 hectáreas sembradas de las cuales 3 hectáreas se implementa el sistema de ferritiriego por goteo (ver anexo de la encuesta pag. 122).

Según información aportada por la Secretaria de Desarrollo Social de Viotà (2018) el municipio es productor potencial de aguacate especialmente variedades como Lorena, Choquette, Santa Ana, Booth 8 que se hallan establecidos en la zona cafetera y se ha catalogado como segundo renglón de la economía de estas veredas productoras con alta producción y calidad de los frutos. En lo relacionado con el aguacate Hass, este se ha venido implementando en veredas como San Martín, Mogambo, El Roblal, Ceilán Alto especialmente en asocio con café, pero en la actualidad aún no se cuenta con un censo de hectáreas sembradas, toda vez que, por el clima, apenas se inició proceso y no hay producción todavía (ver anexo de la respuesta de correo electrónico enviado pag 123).

También se enviaron correos electrónicos obtenidos de la página Web <http://www.cundinamarca.gov.co> a diferentes UMATAS y Secretarías de Agricultura de varios municipios del Departamento de Cundinamarca y no se obtuvo respuesta de la encuesta que se les solicitó pidiendo información referente al cultivo de aguacate Hass (ver anexo pag 124).

2.4 CLIMA DEL DEPARTAMENTO

El departamento de Cundinamarca presenta una variedad de climas que oscilan desde los extremadamente fríos hasta los cálidos. Su localización en la zona tropical hace que tomen importancia las variaciones que se dan en el sentido altitudinal, el departamento se divide en cuatro grandes regiones:

Facultad de Ciencias Agropecuarias

La primera región corresponde al valle del río Magdalena, que acompaña el curso de este río desde los municipios de Nilo, Ricaurte, Girardot hasta el sector de Puerto Salgar. Presenta como características climáticas generales una tendencia a climas semisecos y secos con temperaturas mayores de 24°C y un déficit de humedad marcado localizado entre los municipios de Nilo y Girardot; las precipitaciones mayores de 2.000 m.m. se localizan hacia el norte y entre 1.000 y 2.000 m.m. en el sur; las altas temperaturas hacen que la evapotranspiración en esta región supere los 1.200 m.m., lo cual hace necesario el riego suplementario (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ,2017).

La segunda región se encuentra localizada en una zona intramontaña entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m e involucra el altiplano cundinamarqués; tiene como características climáticas principales temperaturas promedio de 12°C y precipitaciones inferiores a 1.000 mm; en algunos sectores se registra déficit ligero de humedad en los municipios de Facatativá, Madrid y Nemocón (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ,2017).

La tercera región comprende dos sectores; uno localizado en el flanco oriental de la cordillera Oriental, con variaciones altitudinales muy bruscas que generan diversidad de climas que van del muy frío al cálido, con distribución media de lluvias que permiten soportar períodos cortos de sequía y cobertura vegetal permanente durante todo el año, el cual se encuentra localizado a modo de una amplia faja que va desde Villapinzón hasta Cabrera (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ,2017).

El segundo sector hace parte de la serranía de Las Palomas y su proyección hasta Quetame, el cual involucra toda la parte del piedemonte en los municipios de Medina y Paratebuena, caracterizándose por presentar temperaturas promedio superiores a 24°C con altos índices de pluviosidad que varían entre 2.000 y 3.000 mm/año, siendo ésta la parte más húmeda del departamento (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2017).

La última región se encuentra distribuida hacia el sur del departamento, entre los pisos altitudinales que comprenden las cotas de 3.000 a 3.800 metros de altura, representadas por los páramos de Sumapaz, Chingaza y Guerrero, entre otros; se caracteriza por sus bajas temperaturas, precipitaciones moderadas entre 500 y 1.000 mm, con bajos índices de evapotranspiración que las convierte en importantes ecosistemas reguladores de agua.

En lo que hace referencia al balance hídrico, el sector del departamento que registra exceso de agua de aproximadamente 3.000 mm/año, se encuentra localizado en los municipios de Paratebuena y Medina, extendiéndose en dirección suroeste–norte hasta los Farallones de Medina y al sur incluyendo parte del municipio de Guayabetal (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ,2017).

2.5 PRECIPITACION

Se distinguen en el departamento de Cundinamarca varias zonas con grandes diferencias pluviométricas. El suroccidente del altiplano de Bogotá constituye la zona de menor precipitación (600 mm de promedio anual), debido entre otras causas, al efecto de abrigo que ejercen dos cordones magistrales que rodean el altiplano, los que determinan que las nubes ascendentes de los flancos occidental y oriental depositen la mayor parte de su humedad antes de franquearlos y lleguen al altiplano disminuidas en su carga de agua (Oster, 1979).

Las zonas más lluviosas se encuentran en el piedemonte llanero, alcanzando valores que sobrepasan

los 5.000 mm de promedio anual, sobre una franja ubicada aproximadamente a 500 msnm. Este fenómeno se presenta debido al estancamiento de las masas de aire húmedo provenientes de los llanos orientales. Respecto a la distribución temporal de la lluvia, en Cundinamarca se presentan dos regímenes, el bimodal y el monomodal. El bimodal se caracteriza por la ocurrencia de dos épocas de mayores lluvias (marzo-abril y octubre-noviembre), intercaladas con dos de menores lluvias (enero-febrero y julio-agosto); se presenta en la mayor parte del departamento, particular pero no exclusivamente al occidente del cordón magistral de la cordillera.

Existen, no obstante, algunos matices dentro del régimen bimodal. Así por ejemplo en el flanco occidental de la cordillera (Anolaima, Tibacuy) y en el SW del altiplano (Fontibón) el pico pluviométrico (mes más lluvioso) ocurre en noviembre, mientras que en el norte (Paime, Simijaca) el pico se encuentra compartido entre mayo y noviembre. En cuanto a la época de menores lluvias, la más pronunciada es la de mediados del año, centrada en el mes de agosto.

El régimen monomodal es aquel en el cual se presenta una época de mayores lluvias (abril-septiembre), enmarcada por una de menores lluvias (a comienzos y finales del año). Este régimen es típico del oriente del departamento (Gachalá) y de algunos sitios cercanos al cordón magistral, como el caso de Chocontá, en el que el pico pluviométrico ocurre en junio y la época de menores lluvias en enero. El número de días con lluvia oscila entre 100 y 150 sobre la Sabana de Bogotá. Al oriente se llega a más de 200 días en las laderas de la cordillera. Al occidente, los valores descienden a menos de 100 días en lugares como Nariño y Beltrán (IDEAM,2017).

Las condiciones de precipitación son muy similares con excepción de Ricaurte y Fusagasugá, que, aunque están en diferente rango de altitud el régimen de lluvias de 700 m.m es bajo y ello indicaría la necesidad de agua para riego en los cultivos establecidos (Instituto de Estudios Ambientales,2018).

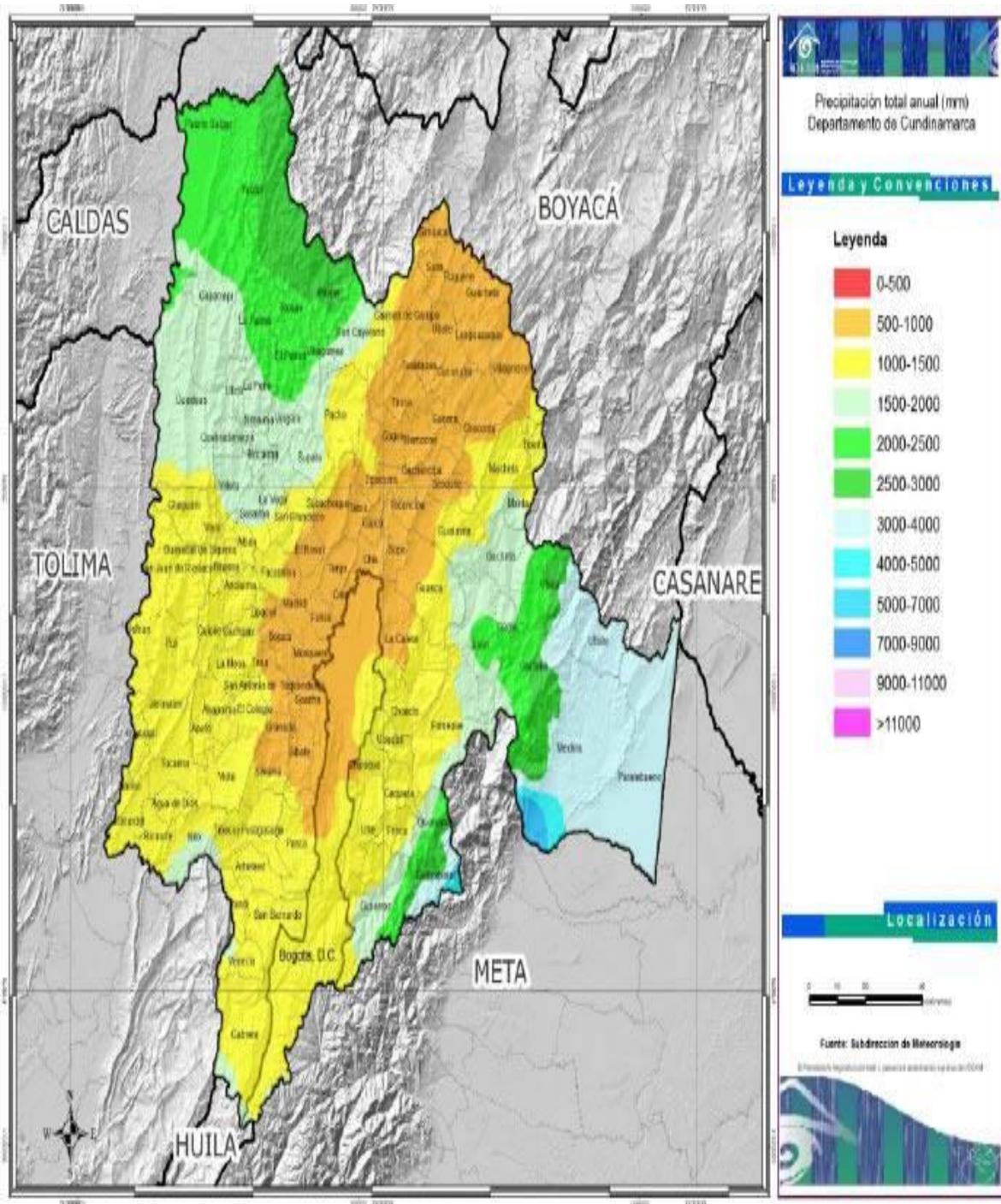


Figura 25. Mapa Precipitación Total Anual(mm) Departamento De Cundinamarca (IDEAM,2017).

2.6 TEMPERATURA

Desde el punto de vista espacial, las variaciones térmicas en las bajas latitudes se encuentran estrechamente relacionadas con la altitud. En el caso de los Andes colombianos, en general existe una relación inversa según la cual para cada 100 m de altitud se registra un cambio de temperatura De 0.7 Centígrados. Este fenómeno explica la distribución espacial en pisos térmicos que, en Cundinamarca comprenden desde el piso cálido hasta el páramo. Los pisos térmicos son franjas de aproximadamente 1.000 m de anchura, con un área de transición entre cada una que varía de acuerdo con las condiciones locales (Stanes y Díaz, 1971).

- El **piso térmico cálido** tiene una temperatura superior a los 24°C; se extiende en Cundinamarca en altitudes desde los 300 hasta los 1.000 msnm. Cubre el 27% del área total del departamento y se presenta tanto en el piedemonte llanero como en el valle del río Magdalena.

- En el **piso térmico templado** la temperatura fluctúa entre 18 y 24°C. Ocupa el 28% de la superficie de total departamental y altitudinalmente se extiende desde los 1.000 hasta los 2.000 msnm. Cubre la parte media de los flancos oriental y occidental.

- El **piso térmico frío** presenta temperaturas entre 12 y 18°C; se extiende desde los 2.000 hasta los 3.000 msnm y cubre el 33% del área departamental; se localiza en el altiplano de Bogotá y en las partes al de los flancos cordilleranos.

- El **piso térmico de páramo** presenta una temperatura inferior a los 12°C y se extiende de sur a norte por el páramo de Sumapaz y por los cordones montañosos que rodean el altiplano de Bogotá, cubre el 12% del total de la superficie departamental y altitudinalmente se encuentra por encima de los 3.000 m.

El análisis de la distribución temporal de la temperatura del aire se puede hacer desde el punto de vista del promedio mensual. El comportamiento de la temperatura media mensual durante el año varía ligeramente según la zona. Mientras que en el flanco occidental (Anolaima, Tibacuy) el valor mensual más alto se registra en septiembre en el norte del departamento (Fúquene, Chocontá) y sur este del altiplano de Bogotá, se advierte en el mes de abril. En el departamento de Cundinamarca por tener todos los pisos térmicos la temperatura promedia fluctúa entre 12 y 28°C según la altitud del lugar que se considere (Instituto de Estudios Ambientales ,2018).

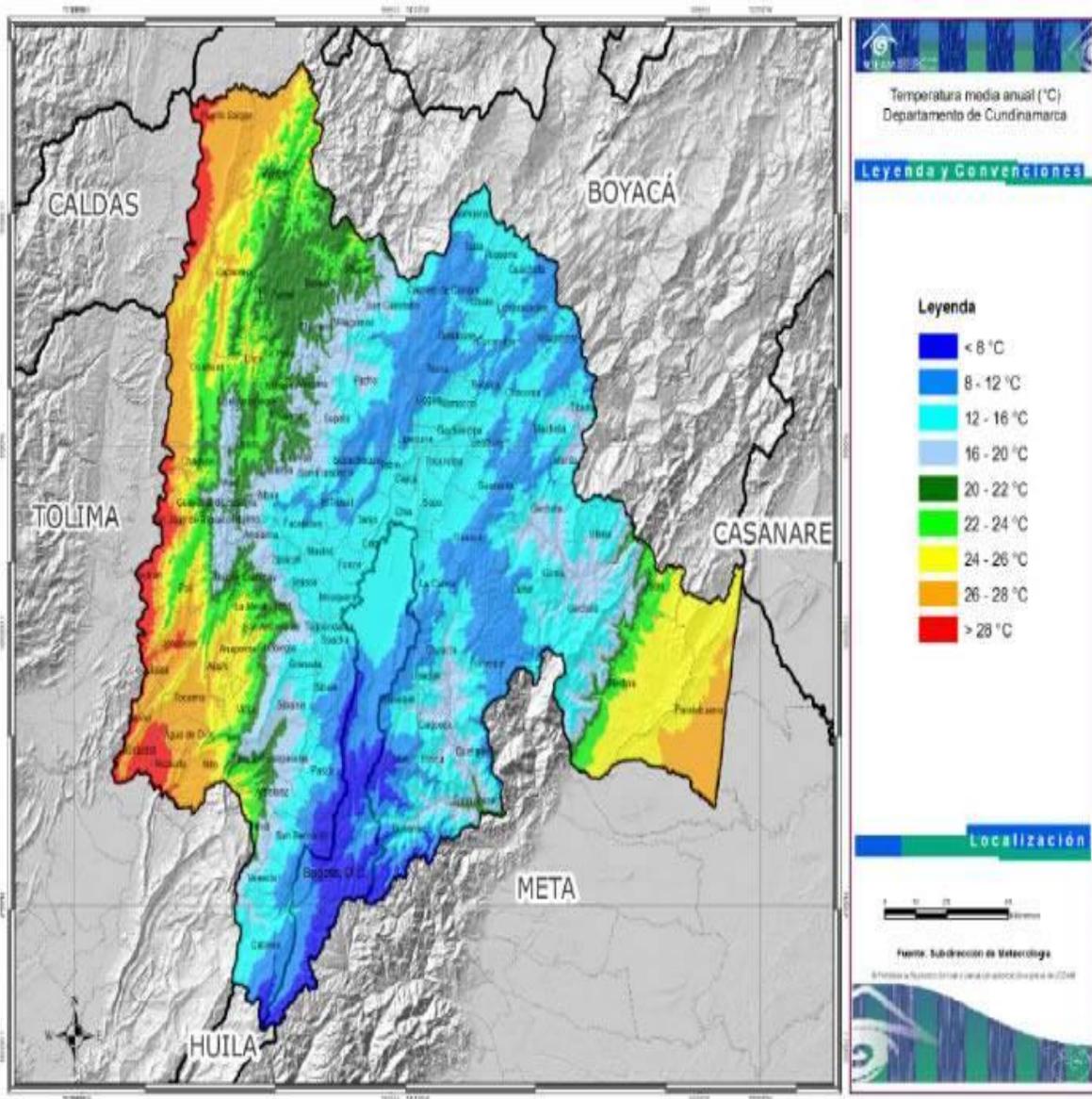


Figura 26. Mapa Temperatura Media Anual ($^{\circ}\text{C}$) Departamento De Cundinamarca (IDEAM,2017).

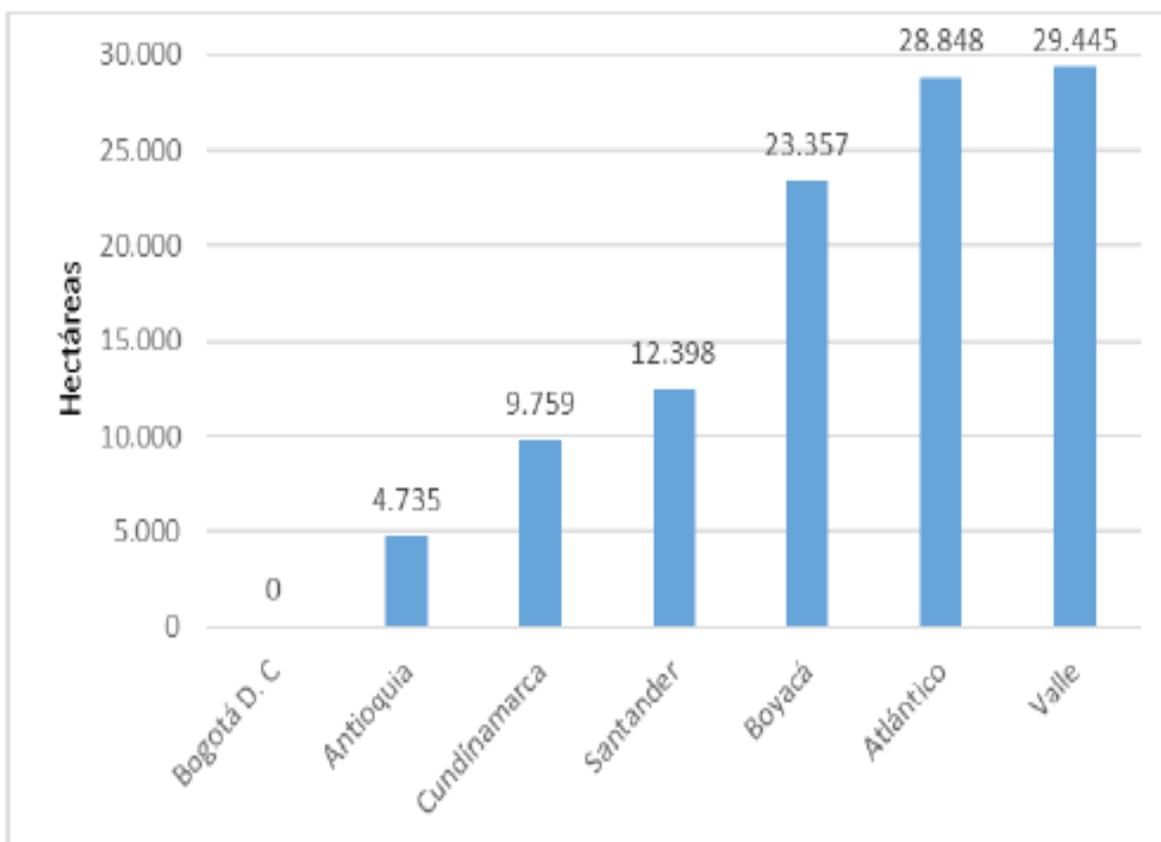
2.7 BRILLO SOLAR

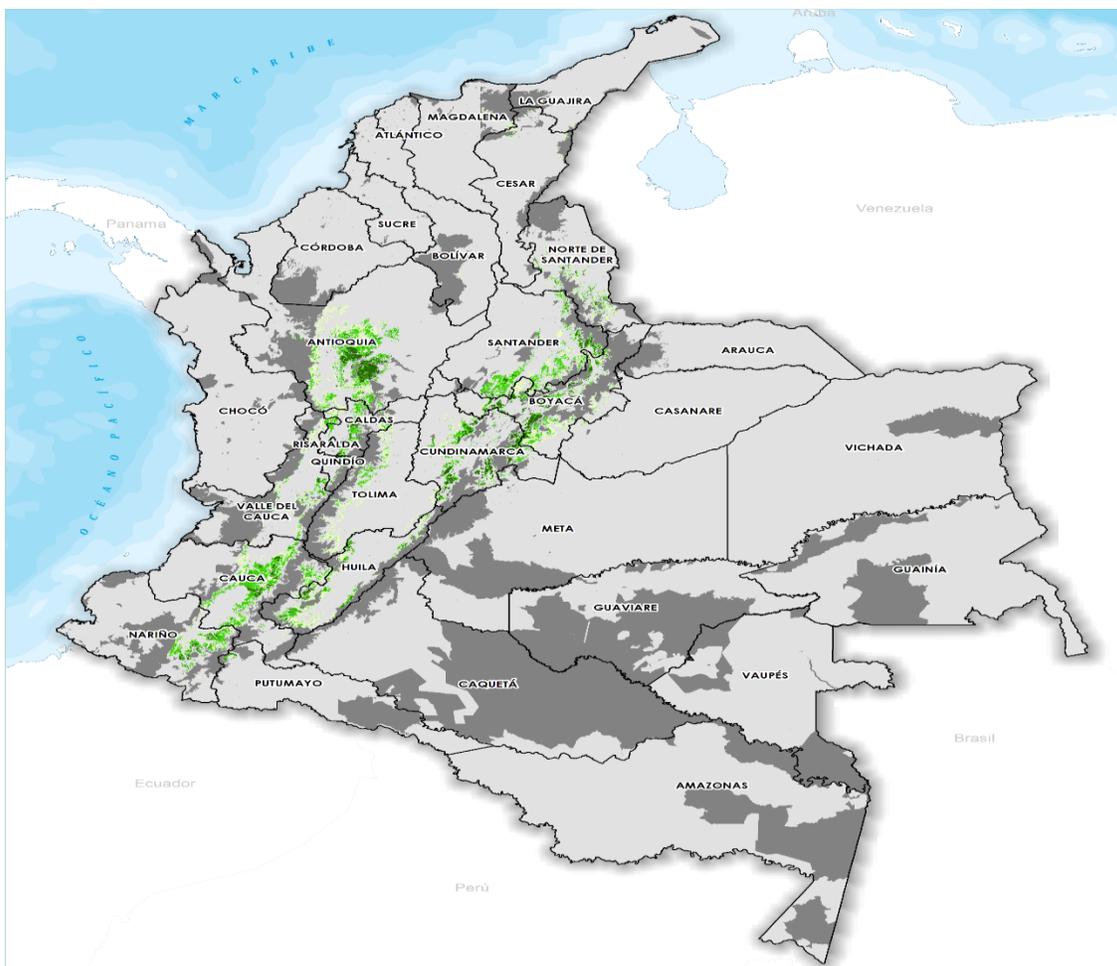
En el departamento de Cundinamarca el brillo solar varía entre 4.3 y 5.8 horas por día, dependiendo principalmente de las lluvias en cada región (Instituto de Estudios Ambientales ,2018).

2.8 USO DEL SUELO Y ACCESO DE LA TIERRA

En relación con el área habilitada para riego se muestra en la Tabla 12, que el departamento de Cundinamarca ocupa el quinto (5) lugar en hectáreas habilitadas para riego agropecuario con 9.759 hectáreas, siendo una superficie relativamente baja comparada con departamentos como Valle del Cauca, el cual registra 29.445 hectáreas y el departamento de Atlántico con 28.848 hectáreas, lo cual triplica el área de Cundinamarca (INCODER, 2015).

Tabla .12 Número de Hectáreas Habilitadas Para Riego A nivel Departamental 2015 (INCODER, 2015).





Símbolo	Aptitud	Hectáreas	%
  	Alta	587.534	0,5
	Media	1.526.916	1,3
	Baja	1.189.772	1,0
	Total	3.304.222	2,9
	No apto	84.965.405	74,5
	Restricciones legal	25.805.343	22,6
	Total	114.074.970	100

Figura 27. Mapa zonificación de aptitud para cultivo comercial de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en Colombia (UPRA, 2018).

El mapa de aptitud de este producto muestra que Colombia cuenta con 3.304.222 hectáreas (ha) aptas para el cultivo de aguacate Hass: 587.534 ha presentan aptitud alta; 1.526.916 ha, aptitud media, y 1.189.772 ha, aptitud baja.

Tabla .13 Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass (UPRA ,2018).

DEPARTAMENTO	NUMERO DE HECTAREAS
ANTIOQUIA	715.557 ha
CAUCA	475.453 ha
BOYACA	368.743 ha
SANTANDER	348.921 ha
CUNDINAMARCA	302.464 ha

Los principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de aguacate variedad Hass son Antioquia, Cauca, Boyacá, Santander y Cundinamarca, los cuales suman 2.211.138 ha de zonas aptas en el país. Les siguen en orden descendente, según la cantidad de hectáreas aptas, los departamentos de Huila, Nariño, Tolima, Caldas y Norte de Santander, respectivamente.

2.9 CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

El régimen de humedad del suelo se relaciona con las características climáticas de la zona con las clases texturales dominantes en el suelo, por tanto, se considera un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas. Los regímenes de humedad están acondicionados a la distribución de las lluvias de cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. El régimen de humedad udico es el óptimo para el cultivo de aguacate, debido a que se asocia al régimen de lluvia bimodal. La importancia de esta variable se fundamenta en que para el establecimiento del cultivo comercial de aguacate hay muy poca infraestructura de riego, por lo tanto, la disponibilidad natural de agua en los suelos es muy importante para el desarrollo del cultivo. (UPRA ,2018).

De los 18,4 millones de hectáreas con potencial para riego solo se han adecuado 6%(1.097.000) para incrementar al menos al 10% Colombia requiere triplicar su inversión anual (UPRA, 2018).

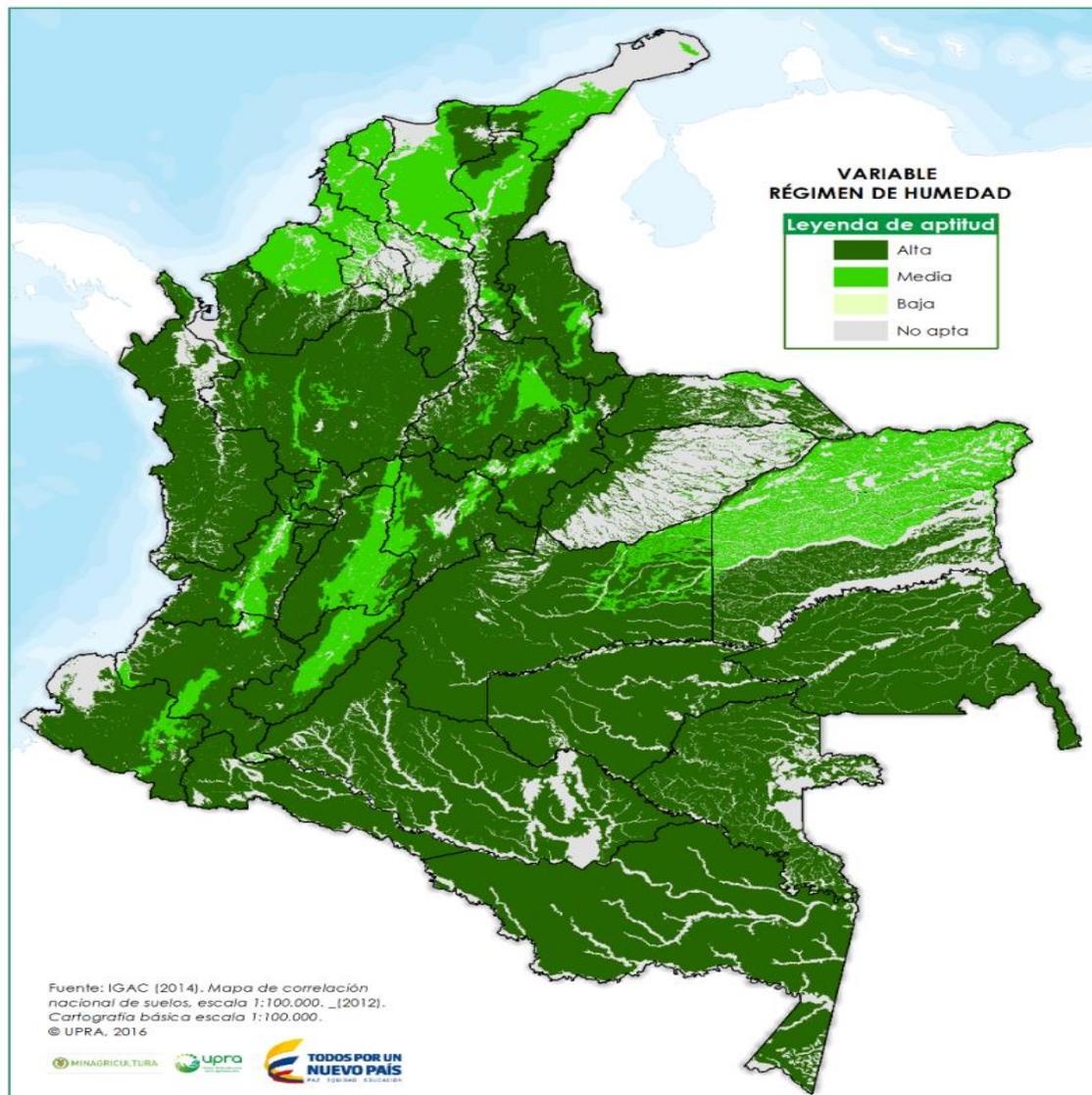


Figura 28. Criterio disponibilidad de humedad para el cultivo comercial de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass (UPRA, 2018).

CAPITULO III

3 RIEGO Y FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE AGUACATE

3.1 REQUERIMIENTOS HIDRICOS EN EL CULTIVO DE AGUACATE

Teniendo en cuenta que el manejo del agua en un cultivo es un factor influyente en la producción se han realizado diversas investigaciones enfocadas hacia el estudio de los requerimientos hídricos del cultivo de aguacate. Diferentes autores han evidenciado que la evaluación de láminas de riego basadas en la ETo , permite tener una aproximación real al coeficiente del cultivo (Kc) y por tanto a los requerimientos hídricos del cultivo.

En estudios realizados en California por Faber et al (1995) indican que el cultivo de aguacate Hass, presenta los máximos rendimientos cuando se aplican láminas de agua equivalentes al 70 % de ETo ($Kc=0,7$), mientras que en los tratamientos en donde se aplicaron cantidades de agua mayores, equivalentes al 110 % de ETo ($Kc=1,1$), los rendimientos disminuyen en aproximadamente 50%.

En Chile, Bozzolo (1993), basándose en un análisis de láminas aplicadas a dos huertos de aguacate Hass e información climática, estimó para la zona de Quillota (Chile), coeficientes de cultivo cercanos a 0,5 en primavera, 0,65 en verano y 0,55 en otoño, por su parte Cardemil (1999) también en Chile sugiere coeficientes de 0,6 en julio y agosto, 0,6 a 0,7 entre septiembre y noviembre, y de 0,8 a 0,9 en los meses de verano.

Tapia et al. (2007) determinaron para las condiciones de Michoacán, que el requerimiento del aguacate en el periodo de estiaje (diciembre a mayo) varía de acuerdo a la ubicación de las plantaciones en cuanto a clima altitud y así mismo con las características de drenaje del suelo.

Investigaciones desarrolladas por Anguiano et al (2007) en condiciones subtropicales para el caso de Michoacán, México han destacado la importancia que el manejo del agua tiene en el cultivo del aguacate, argumentando que su disponibilidad en ciertas regiones puede significar la diferencia entre la obtención de 6 t/ha de fruta y el ascenso a 12 t/ha o incluso más.

El cultivo de Aguacate es de requerimiento variable de riego, dependiendo de la etapa vegetativa en la cual se encuentre, un mal manejo de este puede perjudicar el rendimiento económico y fisiológico de la planta, ya que no resiste periodos largos de estrés hídrico, razón por la cual es preferiblemente que la precipitación anual este bien distribuida a lo largo del año, de no ser así es necesario establecer un sistema de riego. Las tres razas de aguacate Antillana, Mexicana, Guatemalteca tienen como requerimiento hídrico anual 1900, 1200 y 900 respectivamente para su buen desarrollo, la densidad del follaje, la edad del cultivo, el tamaño del árbol y las condiciones climáticas determinan el requerimiento hídrico para este cultivo. La implementación de riego por goteo brinda

una eficiencia del 90%, con un ahorro de agua del 50%, con respecto al sistema de aspersión, además se evita problemas como el mojado del tronco y la intuspección del agua por las ramas, ya que estos pueden traer con el paso del tiempo problemas de tipo fitosanitario. Para cálculos de Volúmenes se debe considerar que el coeficiente de consumo de agua (K_c) del aguacate, es de 0.6, 0.75 y 0.85 en las fases fenológicas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación (FAO, 1998).

El cultivo del aguacate es un cultivo sensible a la disponibilidad de agua, los excesos de agua pueden afectar la calidad de la producción, así como también la sanidad del árbol, pues condiciones de saturación de humedad lo hacen susceptible al ataque de (*Phytophthora cinnamomi*) agente causal de la tristeza del aguacate. Por otra parte, la aplicación de volúmenes reducidos de riego tiene como consecuencia crecimientos vegetativos restringidos y una menor producción, debido al menor número y calibre de frutos (Tello, 1991). Las etapas de cuaja y crecimiento temprano de fruto han sido identificadas como críticas, por lo que debe evitarse el estrés hídrico en estos periodos.

3.2 DIVERSOS TIPOS DE RIEGO UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA

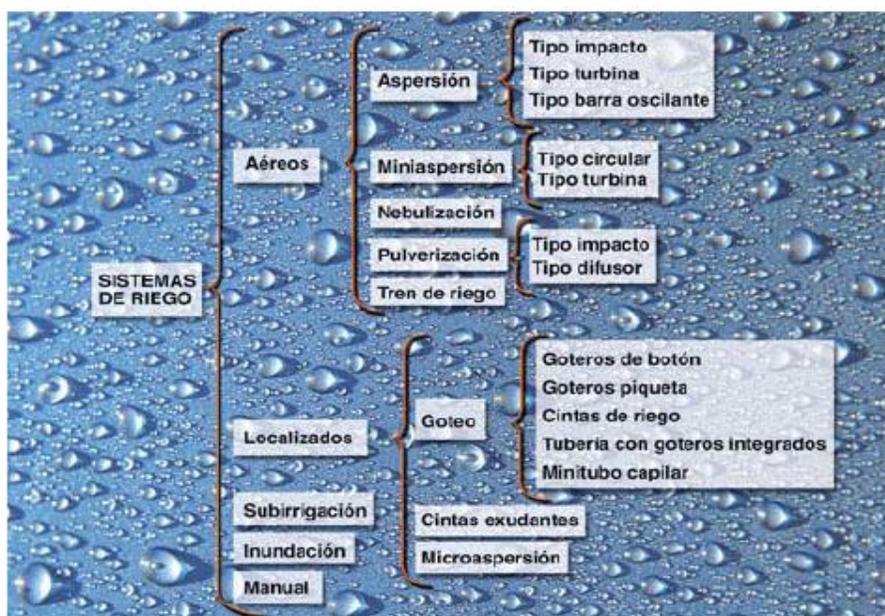
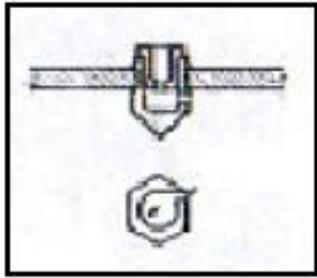
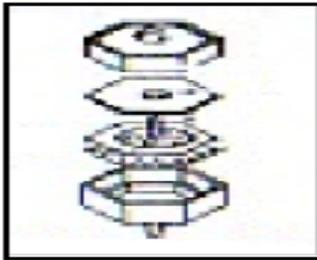


Figura 29. Clasificación de los diversos tipos de riegos (Joan, 2005).

Tabla .14 Sistemas de riego aéreos. Elaborada por el autor con datos de (Joan,2005).

<p>Sistemas de riego aéreos: Estos son sistemas de riego en los que el agua se aplica en los cultivos en forma de lluvia, mojando la totalidad de la planta, así como el sustrato o superficie cultivada. En dichos sistemas el aprovechamiento del agua es muy inferior al de los sistemas de riego localizados.</p>	<p>Aspersión: Sistema apropiado para el riego de cultivos en el exterior en los que desee aportar una precipitación de tiempo medio.</p> 
	<p>Miniaspersión: Sistema apropiado para el riego de todo tipo de cultivos en invernadero (miniaspersión tipo circular), con la posibilidad de obtener precipitaciones muy diversas orientadas a distintos tipos de cultivos.</p>
	<p>Nebulización: Sistema apropiado para el riego de semilleros que precisen de un fino tamaño de gota.</p>
	<p>Tren de riego: Sistema especialmente apropiado para el riego de plantas en invernadero. Consiste en una rampa (brazo) de riego regulable en altura que se desplaza sobre un carro motor/tractor que discurre sobre un perfil o guía, llevando consigo la tubería o manguera de conducción del agua originando un circuito de ida y vuelta distribuidas en la rampa (a unos 50 cm de distancias entre ellas)se sitúan las boquillas pulverizadoras que proporcionan una alta uniformidad.</p>
	<p>Pulverización: Sistema de riego apropiado para el riego de todo tipo de cultivos en el exterior, o en invernadero que requieran de una elevada precipitación o de un riego rápido (efecto ducha); también como sistema de refresco, sin llegarse a precisar uniformidades de riego superiores al 80%.</p>

Tabla .15 Sistemas de riego localizados. Elaborada por el autor con datos de (Joan,2005).

<p>Sistemas de riego localizados: Son sistemas de riego en los que solo se humedece una sola parte del suelo-sustrato, de donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesita e implica una alta frecuencia de aplicación.</p>  	<p>Goteo: Sistema apropiado para el riego de árboles y arbustos tanto en exterior como en invernadero, en los que se pretenda localizar el agua en cada planta a través de cada emisor. El número de emisores por planta, variara según el tamaño de los árboles y frutales, se colocan varios puntos de goteo alrededor del tronco, mínimo 2 y máximo 6.</p> <p>Los emisores pueden clasificarse según la forma en que disipan la presión distinguiéndose lo que son goteros propiamente dichos de las mangueras y sitios de exudación. Dentro los primeros se destacan los de largo conducto (micro tubo, helicoidales y de laberinto), los goteros vortex y los goteros autocompensantes.</p>  <p style="text-align: center;">Goteros Vortex</p>  <p style="text-align: center;">Goteros Autocompensantes</p>
---	---

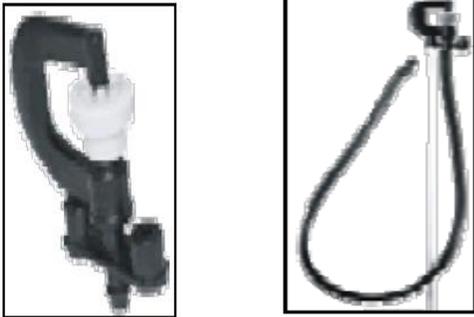
	<p>Cintas exudantes: Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad, lo que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea.</p> 
	<p>Microaspersión: Sistema apropiado para el riego de grandes extensiones de árboles y arbustos de gran tamaño en invernadero o en el exterior, que consigue con un solo emisor humedecer toda la superficie del sustrato. Existen modelos con diferentes ángulos giratorios, 90,180,220 y 360 grados, así como la opción autocompensante y antidrenante en alguno de ellos.</p>  <p>Cabezal de micro-aspersor. Micro-aspersor montado.</p>

Tabla .16 Sistema de riego por subirrigación. Elaborada por el autor con datos de (Joan,2005).

Sistema de riego por subirrigación: Se basa en la instalación de una lámina de tejido absorbente bajo las macetas, bien en suelo o mesa sobre cultivo, fabricada normalmente con materiales de tipo lana u algodón , siendo apropiado para el riego de plantas en maceta cuyo pequeño diámetro y altura permitan así la absorción del agua hacia el sustrato por capilaridad.

Tabla. 17 Sistema de riego por inundación. Elaborada por el autor con datos de (Joan,2005).

Sistema de riego por inundación: El sistema de riego por inundación, de parecidas características al de subirrigación, se basa en el llenado y vaciado de grandes bandejas o recintos prefabricados sobre los que se sitúan las macetas, permaneciendo estos sumergidos durante un corto período de tiempo, durante el cual el sustrato absorbe el agua por capilaridad, siendo la altura del nivel del agua necesaria, proporcional a la altura de la maceta o contenedor a regar.



Tabla. 18 Sistema de riego por manguera. Elaborada por el autor con datos de (Joan,2005).

Sistema de riego por manguera: Su utilidad abarca todas aquellas situaciones de deficiencia que se producen en el día a día, como son el efecto borde (zonas en los extremos de eras cerca de pasillos, paredes laterales o frontales de invernaderos afectadas por mayor evaporación). Existen hoy en día una gran variedad de pomas y lanzas para riego por manguera que nos permiten personalizar el ancho del cono, caudal y tamaño de gota, en función de la aplicación que vaya a ser realizada.

Conocer los requerimientos hídricos de los cultivos a sembrar, es el primer paso para determinar el cuánto y cuándo regar y la respuesta al cómo regar, queda sujeta al nivel de infraestructura y al capital del productor. La selección del método de riego a utilizar depende en gran medida de muchos factores, entre los que destacan:

Factores agronómicos:

Edad de la huerta, topografía, posición respecto al sol, tipo, profundidad, textura y velocidad de infiltración del suelo, lluvia y ETP, nivel freático, drenaje interno, riesgo de inundación, salinidad del suelo, erosión, edad y desarrollo del árbol (Florez,2017).

Dosificación proporcional: En este proceso se mantiene una relación constante y predeterminada entre el volumen de agua de riego y el volumen de solución fertilizante, cuyo resultado es una concentración constante de nutrientes en el agua de riego (Kafafi &Tarchistky 2012).

Factor hídrico: Gasto disponible, calidad del agua, energía potencial, fuente de energía para su distribución interna, calendarización, horario, seguridad, duración temporal y costo.

Factor Social: Capital del productor, competencia con otras fuentes de demanda de agua como agricultores y núcleos urbanos.

Factor ambiental: Sustentabilidad de los recursos agua y suelo, contaminación de acuíferos, arroyos y vasos de almacenamiento entre otros.

3.3 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Método que logra un humedecimiento directo del suelo por medio de fuentes de agua puntuales distribuidas en la parcela y caracterizadas por tener una baja descarga. Se humedece únicamente una pequeña parte de la superficie total del suelo, regulando así el desarrollo del sistema radicular. La presión de operación del emisor oscila entre 5 y 15 PSI y el caudal que entregan los emisores es función de la presión en la línea, normalmente en goteo varía entre 2 a 10 litros por hora. El término se aplica, específicamente, para describir aquellos métodos en los cuales pequeños volúmenes de agua son aplicados directamente al suelo a intervalos cortos empleando:

Emisores puntuales instalados a un espaciamiento fijo sobre laterales de pared delgada. Cintas de goteo con salidas múltiples a corta distancia una de la otra.

El agua se conduce desde el depósito o la fuente de abastecimiento a través de tuberías y en su destino se libera gota a gota justo en el lugar donde se ubica la planta. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona húmeda restringida a un espacio concreto que funciona en vertical y horizontal, formando lo que se ha venido en llamar, por su forma, bulbo de humedad (Briceño, 2012).

Los sistemas de riego están integrados por distintas partes, algunos pueden llevar muchos componentes y otros solo los más básicos, en la figura 30 se muestra un detalle de los componentes que puede tener un sistema de riego por goteo.

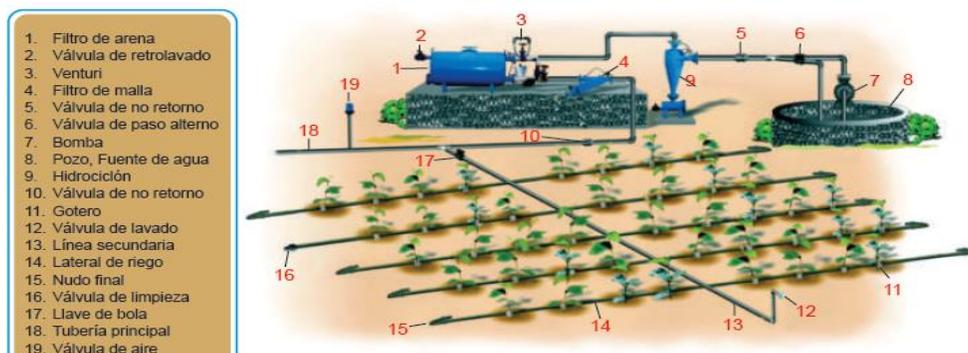


Figura 30. Componentes de un sistema de riego por goteo (Briceño, 2012).

3.4 CLASIFICACIÓN DE EMISORES PARA RIEGO POR GOTEO

3.4.1 En línea: Son aquellos que se instalan cortando la tubería e insertando el gotero. El agua circula por el interior del gotero, que forma parte de la conducción.

3.4.2 Sobre la línea (goteros de botón o goteros pinchados): Se instalan en la tubería en un orificio realizado con un equipo de perforación, estos goteros se pueden colocar en tuberías de distintos diámetros.

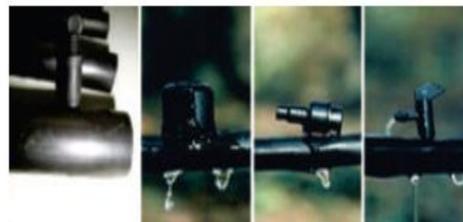


Figura 31. Distintos Goteros Pinchados (Briceño, 2012).



Figura 32. Goteros de botón (Briceño, 2012).

Tabla. 19 Riego por goteo. Elaborada por el autor a partir de datos (Intagri,2018).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Más eficiente en cuanto a su aplicación, ya que el agua se aplica directamente en la zona donde se encuentran las raíces, aprovechando mejor el agua aplicada.	Al pasar del tiempo puede llegar a causar problemas de salinidad teniendo que realizar riegos de mayor tiempo para bajar la salinidad del campo y no dejar que ésta se acumule.
No moja el tronco del árbol. Esto es importante en el aguacate porque es un cultivo susceptible a las infecciones fúngicas, por lo que es recomendable no mojar el tronco.	
Se pueden incorporar la fertilización de los árboles para llevar un mejor manejo nutricional del aguacate (fertirriego).	
Se pueden hacer aplicaciones fitosanitarias para eliminar enfermedades, plagas o agregar hongos antagonistas.	
Menor evaporación de agua.	
No tiene problemas de escorrentía en terrenos con pendiente, siendo un riego más uniforme donde todos los árboles reciben la misma cantidad de agua.	

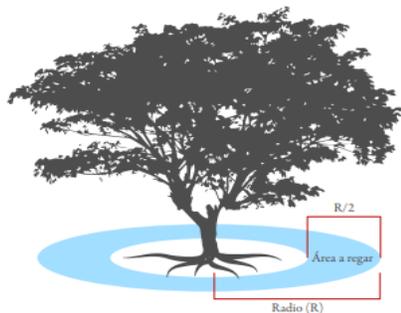


Figura 33. Sistema de riego por goteo en aguacate (Guerra,2017).

3.5 SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION

Los Microaspersores están destinados a suministrar el riego mediante gotas muy finas. Poseen un deflector giratorio, denominado rotor o bailarina, que ayuda a ofrecer un mayor diámetro de cobertura, una menor tasa de precipitación que los difusores, un mayor tamaño de gota, y una mejor distribución del agua (sobre todo en uniformidad de distribución). Por cada tipo de microaspersor existen varios tipos de rotores (bailarinas). La diferencia principal con la nebulización es que la microaspersión proyecta en agua en forma de chorros diminutos a la planta, en lugar de suministrarla en forma nebulizada, y a su vez disponen de elementos giratorios que distribuyen el agua en la superficie. Los microaspersores son ideales para riegos de bajo volumen en cultivos hortícolas, fruticultura, flores, invernaderos, viveros, protección contra heladas y riego de jardines. También permiten la aplicación de productos fitosanitarios en la cobertura vegetal de los cultivos. Se usa principalmente para frutales y plantas ornamentales(Abreu,2017).

Los sistemas de microaspersion están compuestos de: Bomba para presurizar, filtros, equipo de inyección, válvulas de control de presión, líneas principales, líneas laterales y microaspersores (Intagri,2017).



Figura 34. Sistema de riego por microaspersion en aguacate(Abreu,2017).

Tabla.20 Riego por microaspersión. Elaborada por el autor a partir de datos (Muñoz,2017).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se adaptan a los distintos estados fenológicos de los frutales.	Altos costos de inversión.
Genera un ahorro en consumo hídrico, comparado con los sistemas de aspersión.	<p>Requiere una muy buena planeación en todas las etapas:</p> <p>Diseño: Se requiere un excelente diseño.</p> <p>Instalación: Dejar expuestos solamente los componentes que se requieran para evitar daños.</p> <p>Mantenimiento: Es importante establecer un programa de mantenimiento preventivo con el fin de evitar problemas de taponamiento, especialmente en temporadas en donde no se use.</p>
Mejora la uniformidad de riego, incluso más que el goteo.	
Se reduce la probabilidad de obstrucción de emisores, debido a las altas velocidades de funcionamiento de los emisores.	
Mejora la lixiviación ya que aleja las sales perjudiciales de las raíces de las plantas.	

3.6 SISTEMAS DE RIEGO POR GRAVEDAD

Este es un sistema de riego que solo puede ser aplicado en cultivos a presión atmosférica con agua proveniente de fuentes abiertas, por lo que el agua se distribuye gracias a que el tanque se encuentra en un punto alto, además es necesario que el agua corra con buena presión para que el sistema sea más efectivo (Kafkafi & Tarchistky 2012).

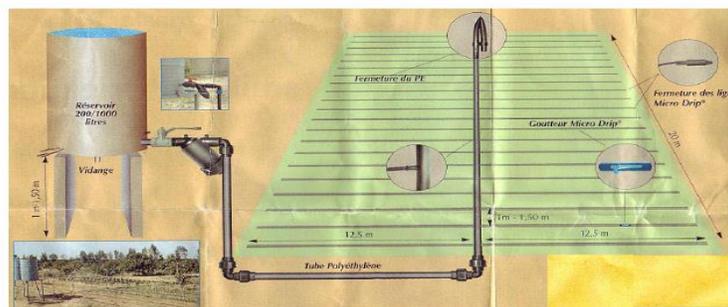


Figura 35. Esquema sistema de riego por gravedad (Joan,2005).

Tabla. 21 Sistema de riego por goteo vs microaspersion (Romo,2018).

FACTOR	GOTEO (MANGUERA CON GOTEROS CONTINUOS)	MICROASPERSION (1 MICROASPERSOR POR ARBOL)
RIESGO DE TAPONAMIENTO	(-)	(+)
CONTROL VISUAL DE TAPONAMIENTO	(-)	(+)
DESCOMPOSICION DE HOJAS	(-)	(+)
MOJADO DEL TALLO O LA PLANTA	(+)	(-)
PERDIDAS POR EVAPORACION	(+)	(-)
VOLUMEN DE SUELO HUMEDECIDO	(+)	(-)
DESARROLLO DE MALEZAS	(+)	(-)
DISTRIBUCION DE HUMEDAD EN EL SUELO	(+)	(-)
DISTRIBUCION DE SALES DEL FERTIRRIEGO	(+)	(-)
EFICIENCIA DE APLICACIÓN (AGUA Y FERTILIZANTES)	(+)	(-)
UNIFORMIDAD DEL SISTEMA	(+)	(-)

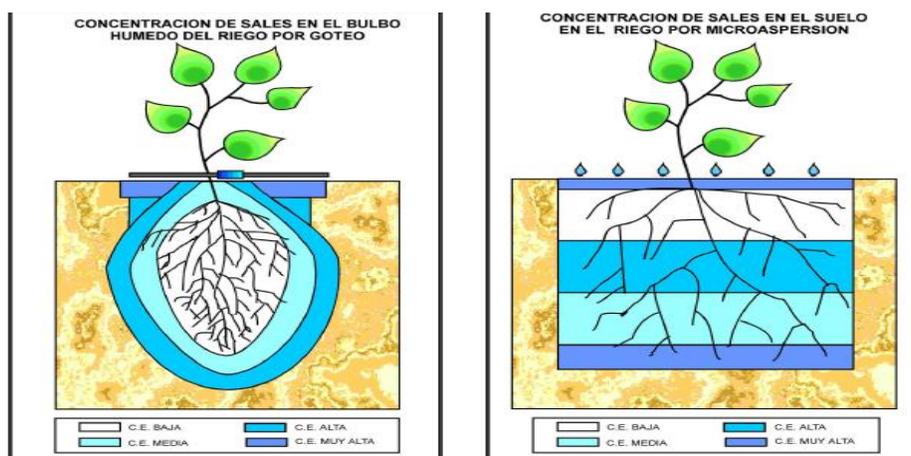


Figura 36. Sistema riego por goteo vs Sistema riego por microaspersion (Romo,2018).

3.7 FERTILIZACIÓN

El cultivo de aguacate es muy sensible a la falta de oxígeno por lo que necesita una buena cantidad de aire, por lo que no es recomendable la siembra en suelos compactos. En términos nutricionales requiere principalmente potasio, nitrógeno, calcio principalmente. Adicionalmente, previa a cualquier fertilización es necesario hacer análisis de suelos que indiquen los componentes minerales que están presentes en las plantas, así pues, cuando se aplica fertilizante en cultivos con sistemas de riego es necesario disolverlos en el agua teniendo en cuenta la compatibilidad de los distintos componentes que se usen en la mezcla. En términos generales los suelos de clima frío en Colombia tienen una relativa baja disponibilidad de nutrientes, desbalances nutricionales y el pH del suelo es normalmente bajo, lo que hace que se consideren entre extremadamente a fuertemente ácidos (4,5 - 5,5). El aluminio intercambiable generalmente es menor de 3,0 cmolc.kg⁻¹ de suelo; no obstante, puede representar hasta el 60% de la capacidad de intercambio catiónico (Estrada et al, 2014).

La fertilización en plantaciones de aguacate entre los 1,2 y 3 primeros años requieren respectivamente 40 g, 80 g y 120 g por planta al año de nitrógeno; 0 g, 40 g y 120 g por planta al año de fósforo y 20 g, 20 g y 60 g por planta al año de potasio (Corpopica, 2014).

Tabla .22 Plan de fertilización para los primeros dos años (Vélez, 2011).

FERTILIZANTE	ÉPOCA									
	AÑO 1				AÑO 2 - Basado en requerimientos del árbol					
	0 - 3 Meses	3 - 6 Meses	6 - 9 Meses	9 - 12 Meses	12 - 14 Meses	14 - 16 Meses	16 - 18 Meses	18 - 20 Meses	20 - 22 Meses	22 - 24 Meses
15 - 30 - 15	30 gr./ árbol/ mes de	50 gr./ árbol/ mes de	100 gr./ árbol/ mes de	150 gr./ árbol/ mes de	150 gr./ árbol/ mes de	150 gr./ árbol. bimensual de				
14 - 28 - 18	cualquiera de los	--	--	--	--					
10 - 30 - 10	cuatro productos	cuatro productos	cuatro productos	cuatro productos	cuatro productos	cuatro productos				
2DAP+1UREA +0.5KCL										
REMITAL							200 gr./ árbol. bimensual de	300 gr./ árbol. bimensual de	400 gr./ árbol. bimensual de	500 gr./ árbol. bimensual de
17 - 6 - 18 - 2	--	--	--	--	--	--	cualquiera de los tres productos	cualquiera de los tres productos	cualquiera de los tres productos	cualquiera de los tres productos
19 - 4 - 19 - 3										
Fertilización foliar con elementos menores y mayores	5 cm ³ /litro de agua. Cada mes									

Se debe tener en cuenta que de este año (1) en adelante la fertilización debe regirse por análisis foliares y análisis de suelos, o por lo menos por análisis foliares solo, que nos indique lo que el Árbol ha exportado en la cosecha.

Tabla .23 Plan de fertilización general tercer año (Vélez, 2011).

FERTILIZANTE	ÉPOCA			
	AÑO 3			
	24 – 27 Meses	27 – 30 Meses	30 – 33 Meses	33 – 36 Meses
Zn	50 gr./árbol/ año	---	---	---
B	20 gr./árbol/ año	---	---	---
REMITAL	700 gr./árbol/ trimestre	700 gr./árbol/ trimestre	700 gr./árbol/ trimestre	700 gr./árbol/ trimestre
17 – 6 – 18 – 2	700 gr./árbol/ cualquiera de los 3 productos			
19 – 4 – 19 – 3				

Los productores deben poner atención al potencial de rendimiento de cada cultivar y a la remoción total de nutrientes y deben asegurar que se suplemente suficiente N y K, para lograr el crecimiento y calidad deseados (Estrada et al, 2014).

3.7.1 FERTILIZACION FOLIAR

Es bien sabido que el árbol de aguacate produce cientos de miles de flores, y que el cuaje de frutos es proporcionalmente bajo, incluso los especialistas consideran una purga natural de frutos pequeños, que depende de condiciones climáticas, edáficas y hormonales, la cual puede ser agravada por situaciones nutricionales, producto de manejos inadecuados del cultivo. Micro elementos como boro, molibdeno y zinc son importantes en las etapas mencionadas, también el calcio, azufre, magnesio y nitrógeno, este último manejado con precaución a lo largo de todo el ciclo productivo. La práctica indica que aplicaciones foliares de nitrógeno en épocas previas a la floración y durante la misma son desacertados al cuaje e incrementan la purga de frutos pequeños, sin embargo es beneficioso cuando el proceso de floración ha concluido y se tiene fruta en crecimiento (Rivera, 2015).

La experiencia de los productores dicta que se debe hacer aplicaciones, pre floración y en floración de boro, calcio, azufre y zinc, utilizando agroquímicos quelatados principalmente. Se pueden acompañar los mismos con productos hormonales especializados para incrementar cuaje. Una vez que el cuaje sea proporcionalmente mayor de 70% en relación con la floración, se sustituye los

elementos aplicando productos con calcio, magnesio, zinc además aminoácidos y manteniendo el hormonal, siempre para prevenir la purga. Poco a poco al ir creciendo el fruto, se elimina el hormonal además se incorpora el potasio y el fósforo. Es frecuente encontrar en el mercado los fosfito de potasio como alternativa (Rivera, 2015).

Tabla. 24 Aplicaciones Foliares Según Fenología Del Cultivo De Aguacate (Rivera, 2015).

Fenología	PRE FLORACION	FLORACION		CUAJE Y ENGORDE		
	<i>Estímulo floral</i>	<i>Yema Floral</i>	<i>Panicula Floral</i>	<i>Cuaje fruto</i>	<i>Engorde fruto</i>	
Foto						
Foliar	Calcio Boro	Calcio Boro	Calcio Boro Aminoácidos	Zinc Magnesio Aminoácidos	Fosfito Potasio Magnesio Aminoácidos	Potasio Zinc Magnesio

3.7.2 APOORTE DE LA PORCINAZA

La fertilización nitrogenada debe contemplar el aporte del suelo y las constantes de mineralización de la materia orgánica; no se debe realizar aplicación de porcinaza solida fresca cerca del tallo para evitar el humedecimiento del mismo y posibles enfermedades.

Con base en el requerimiento de nitrógeno del aguacate a continuación se indican las cantidades de porcinaza a aplicar por hectárea para la fertilización de cultivo.

Tabla. 25 Fertilización mediante la aplicación de porcínaza solida vs porcínaza líquida (Tafur, 2016).

Año	Porcínaza solida *		Porcínaza líquida **	
	t/ha	Método de aplicación	m ³ /ha	Método de aplicación
1	3,23	Durante el establecimiento:	21,16	Durante el establecimiento:
2	6,45	Aplicar 1/3 parte de la dosis total de 1 año al voleo y luego incorporar con cincel,	42,33	Aplicar 1/3 parte de la dosis total del 1 año con aspersión al campo con baja a mediana presión de trabajo,
3	9,68	posteriormente aplicar las 2/3 partes cada 4 meses.	63,49	posteriormente aplicar las 2/3 partes cada 4 meses.

Durante el desarrollo del cultivo; proceda a aplicar las dosis sugeridas para cada año fraccionándola en 3 aplicaciones; la aplicación de la porcínaza debe realizarse a 60 cm del tallo de la planta, preferiblemente con un ancho de faja de 30 cm.

*Los valores reportados con porcínaza solida almacenada se estimaron a concentración 1,24 % de nitrógeno.

**Los valores reportados con porcínaza líquida almacenada se estimaron a concentración 0,189 % de nitrógeno.

3.8 NUTRICIÓN Y FERTILIDAD EN PALTOS SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

La Fertirrigación es una técnica compleja y eficiente, en sistemas de riego localizado, donde se trata que las plantas tengan agua y nutriente de forma diaria, continua y creciente a medida que la planta se vaya desarrollando, lo cual, respeta su metabolismo generando una mayor productividad, para establecer sustancias nutritivas y agua necesaria, es indispensable tener materiales y elementos necesarios (Hirzel C., 2017).

La aplicación de fertilizantes por medio de sistemas de riego es una técnica que se conoce como Fertirrigación. Pero va mucho más allá, puesto que con la utilización de esta técnica permite reducir costos de producción, maximizar el rendimiento de los insumos (Fertilizantes) y a la vez disminuir el nivel de contaminación en la producción agrícola (Kafafi & Tarchistky 2012).

Asimismo, dentro de los beneficios que trae la utilización de esta técnica, se pueden mencionar el ahorro en la mano de obra en la distribución de los abonos, control de pérdida de nutrientes, mejor distribución, tanto en la superficie como en el perfil del suelo, también está el incremento en la producción de la cosecha, ya que la ventaja de esta técnica es que el riego es localizado y por tanto no se moja toda la superficie como ocurre en el riego por aspersión (Siar, 2005).

La importancia de un sistema de fertirriego en palto es mejorar la aplicación de los fertilizantes, logrando localizar los nutrientes en la zona de crecimiento de las raíces. Es así como los sistemas de riego presurizado (goteo y microaspersión) aumentan la eficacia de la fertilización, comparada a un riego por surco o tendido. La eficiencia de la aplicación del fertilizante va a depender del tipo de fertilizante, tipo de suelo y del mecanismo de localización de éste. La fuente de nutriente afecta su absorción por parte de la planta, ya que cada elemento tiene sus propiedades físicas y químicas que influyen en el movimiento de éste a través del suelo. Las propiedades físicas más importantes son aquellas asociadas a propiedades higroscópicas, capacidad de disolución y difusión en el suelo. Entre las propiedades químicas, las más relevantes son el pH, la conductividad eléctrica y el tamaño carga de los iones disueltos. Otro factor importante es la forma de aplicación del fertilizante ya que éste se localiza en la zona de las raíces (Martínez et al., 2014).

3.8.1 DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES EN LA FERTIRRIGACIÓN

De acuerdo con (Siar, 2005), para aplicar la misma dosis de fertilizante durante un estadio específico fenológico de una planta, pueden realizarse dos patrones diferentes de aplicación según el cultivo, el tipo de suelo y el sistema de manejo del establecimiento.

- **Dosificación cuantitativa:** Una cantidad determinada de fertilizante se inyecta en el sistema de riego durante cada aplicación de agua. La inyección puede iniciarse y controlarse manual o automáticamente.
- **Dosificación proporcional:** En este proceso se mantiene una relación constante y predeterminada entre el volumen de agua de riego y el volumen de solución fertilizante, cuyo resultado es una concentración constante de nutrientes en el agua de riego.

3.8.2 FERTILIZANTES APROPIADOS PARA LA FERTIRRIGACIÓN

Un amplio rango de fertilizantes, tanto sólidos como líquidos, son adecuados para la fertirrigación, dependiendo de las propiedades físico químicas de la solución fertilizante. Para operaciones de gran escala a campo, las fuentes de fertilizantes sólidos son normalmente una alternativa menos cara que las formulaciones líquidas. Las solubilidades de estos fertilizantes varían sensiblemente. Cuando se cambia a una fuente fertilizante sólida, pueden evitarse problemas en los tanques nutritivos asegurándose de que haya suficiente agua agregada a la solución madre. Deben considerarse cuatro factores principales al elegir fertilizantes para fertirrigación (Siar, 2005).

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- Tipo de cultivo y estadio de crecimiento.
- Condiciones del suelo.
- Calidad de agua.
- Disponibilidad y precio del fertilizante.

El tipo de fertilizante para fertirrigación debe ser de alta calidad y de elevada solubilidad y pureza, contener bajos niveles de sales y un pH aceptable, y adecuarse al programa de manejo del establecimiento. Las características de los fertilizantes, así como sus efectos en el suelo y los cultivos, son presentados más adelante. Hagin y Lowengart-Aycicegi (1996) enumeraron las principales propiedades relacionadas con la conveniencia de los fertilizantes para el método de inyección. Son las siguientes:

•**Forma:** Los fertilizantes sólidos solubles y líquidos son adecuados para la fertirrigación, dependiendo de la disponibilidad, precio y conveniencia.

•**Solubilidad:** Alta y completa solubilidad son requisitos para los fertilizantes usados en la fertirrigación. La solubilidad de los fertilizantes en general aumenta con la temperatura, dependiendo del fertilizante.

•**Interacción entre fertilizantes en la solución:** Cuando un tipo de fertilizante o más son preparados y mezclados por el agricultor, o en la línea de riego (en menor medida), debe chequearse la compatibilidad entre ellos. Normalmente deben tomarse en cuenta algunas precauciones básicas:

•**Asegurarse de que los fertilizantes que se utilizarán sean compatibles para prevenir la precipitación:** Evitar especialmente mezclar soluciones fertilizantes que contengan calcio con soluciones que contengan fosfatos o sulfatos cuando el pH en la solución no sea suficientemente ácido.

•**Corroborar la solubilidad y la precipitación potencial con la composición química del agua local:** Antes de usar un nuevo fertilizante, mezclar 50 ml de la solución fertilizante con 1 litro del agua de riego y observar la precipitación dentro de las siguientes 1 a 2 horas. Si se forma precipitado o la muestra se vuelve turbia, evite utilizar este fertilizante en el sistema de riego.

•**Chequear la temperatura resultante de mezclar varios tipos de fertilizantes en condiciones de campo:** Algunos fertilizantes solos o en combinación pueden bajar la temperatura de la solución a niveles de congelamiento (por ejemplo, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, urea, NH_4NO_3 , KCl y $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NH}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Sin embargo, cuando se adquieren fertilizantes líquidos listos para su uso, la reacción endotérmica no ocurre en el campo; por eso se pueden alcanzar concentraciones de nutrientes un poco más altas en la solución.

•**Corrosividad.** Pueden ocurrir reacciones químicas entre los fertilizantes y las partes metálicas del sistema de riego. La corrosión puede dañar componentes metálicos del sistema, como tuberías de acero no protegidas, válvulas, filtros y unidades de inyección.

Tabla. 26 Fertilizantes solubles más usados en Fertirrigación (Siar, 2005).

Fertilizante		Composición (N-P-K)	Solubilidad	Manejo	Observaciones
Nitrato amónico		33,5-0-0	2190 g/l a 20 °C	Solución madre: 1/3 abono + 2/3 agua	-Es muy soluble. -Baja la temperatura y el pH del agua. -Aporta la mitad del N en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal.
Sulfato amónico		21-0-0 (23 S)	750 g/l a 20 °C	Solución madre: 1/5 abono + 4/5 agua	-Aporta el N en forma amoniacal. -Puede presentar problemas si se usa con aguas de alto contenido en calcio. -También presenta ciertos problemas de salinidad.
Urea		46-0-0	1033 g/l a 25 °C	Solución madre: 1/3 abono + 2/3 agua	-No acidifica ni saliniza el agua. -Se ha de controlar bien para evitar pérdidas por lixiviación.
Nitrato cálcico		15-0-0 (30 CaO)	1220 g/l a 20 °C	--	-Se utiliza por su aporte de calcio en suelos carentes del mismo o en cultivos hortícolas muy exigentes.
Nitrato potásico		13-0-46	316 g/l a 20 °C	--	-Aunque es menos soluble que los anteriores, es muy recomendado para el aporte de potasio en fertirrigación. -Produce una ligera subida del pH de la solución.
Fosfato monoamónico (MAP)		12-60-0	227 g/l a 0 °C; 434 g/l a 27 °C	Solución madre: 1/5 abono + 4/5 agua	-Requiere una buena agitación para su disolución. -Tiene bajo efecto salinizante y reacción ácida. -Cuando se usan aguas alcalinas, se aconseja corregirlo con ácido nítrico.
Fosfato diamónico (DAP)		21-52-0	400 g/l a 20 °C	--	-Todo el N se encuentra en forma amoniacal. -Su reacción es alcalina, por lo que hay que añadir ácido nítrico para bajar el pH, a razón de 1,3 kg por kg de DAP.

Polifosfato amónico	--	10-30-0	--	--	-Es un compuesto muy soluble, con capacidad para secuestrar microelementos, manteniéndolos disponibles para el cultivo.
Fosfato de urea	--	17-44-0	960 g/l a 20°C	Solución madre: 25-35 kg/100 l agua	-Su solubilidad es más alta que la del polifosfato amónico, pero también es más salinizante. -Por su marcada reacción ácida, previene las precipitaciones cálcicas.
Sulfato potásico		0-0-50 (17 S)	110 g/l a 20 °C	Solución madre: 1/10 abono + 9/10 agua	-Su solubilidad es muy baja comparada con la del cloruro y el nitrato de potasio.
Microelementos	- Para complementar los microelementos en la solución fertilizante existe una serie de productos que permiten aportar cada uno de los mismos en función de las características requeridas. Estos pueden ser de dos tipos: sales minerales inorgánicas (hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro) o productos orgánicos o quelatos (de hierro, manganeso, zinc y cobre) que secuestran a los microelementos y los ponen a disposición de la planta.				

Tabla .27 Fertilizantes líquidos o soluciones (Siar, 2005).

Solución fertilizante	Composición (N-P-K)	Densidad	Temperatura de cristalización	Observaciones
Solución nitrogenada del 20 % de N	20-0-0	1,26 kg/litro	6 °C	-La mitad del N se encuentra en forma nítrica. La otra mitad en forma amoniacal. -Su pH es ligeramente ácido, aunque se puede acidificar añadiendo 3 kg de ácido nítrico por tonelada de solución.
Solución nitrogenada del 32 % de N	32-0-0	1,32 kg/litro		-El nitrógeno aportado se distribuye en un 25 % en forma amoniacal, 25 % nítrico y 50 % ureico. -No es muy salinizante, y su reacción es neutra o ligeramente alcalina.
Nitrato cálcico líquido	8-0-0 (16 CaO)	1,4 kg/litro	- 13 °C	-Todo el N aportado se encuentra en forma nítrica. -Su pH es < 4. -Se emplea para corregir carencias de Calcio y con cultivos exigentes. -Cuando se aplica en aguas salinas el Ca desplaza al Na.
Nitrato de magnesio líquido	7-0-0 (9,5 MgO)	1,3 kg/litro	- 20 °C	-Se utiliza para aportar magnesio, corrigiendo o previniendo la carencia de este elemento. -No puede mezclarse con otros fertilizantes que contengan fósforo. -Puede mezclarse con la solución nitrogenada del 20 % de N.
Ácido nítrico	13-0-0	1,36 kg/litro	-21 °C	-Todo el N se encuentra en forma nítrica. -Se utiliza para disminuir el pH de las soluciones madre. -Mejora la calidad de las aguas salinas, ya que al acidificar el agua se descomponen los bicarbonatos, y se evita la formación de precipitados de calcio y magnesio.
Ácido fosfórico	0-52-0	1,6 kg/litro	-26 °C	-Se utiliza para la aportación de fósforo. -Con fertirrigación se ha comprobado la elevada migración de este elemento en profundidad en el suelo, lo que facilita su absorción por el cultivo respecto a los métodos tradicionales. -Su reacción es muy acidificante, por lo que es de gran interés para reducir el pH del suelo o el de las soluciones nutritivas. -Tiene mayor grado de salinidad que el fosfato monoamónico.

Solución de potasio	0-0-10	1,15 kg/litro	0 °C	-Se utiliza para proporcionar una fuente de potasio en instalaciones donde se utilizan fertilizantes líquidos simples como fuente de N y P ₂ O ₅ . -También se utiliza como complemento de la aportación de potasio en cultivos muy exigentes.
Microelementos	-En una fertirrigación basada en fertilizantes líquidos, de gran pureza, se hace necesario el empleo de soluciones que aporten al cultivo los microelementos requeridos, generalmente en forma de quelatos.			
Ácidos húmicos	-Son formulaciones líquidas de sustancias húmicas que incrementan la absorción y asimilación de los nutrientes minerales, además de mejorar las características agronómicas del suelo.			
Aminoácidos	-Se trata de una solución acuosa a base de aminoácidos asimilables por la planta, que sirven para activar o estimular el desarrollo vegetativo, la floración, el cuajado o el desarrollo de los frutos, además de aumentar la resistencia a diversas situaciones de estrés (salinidad, estrés hídrico, granizo, heladas, etc.).			
Complejos líquidos	-Como en sólidos, los complejos son abonos que contienen dos o los tres elementos nutritivos principales (N, P y K) en distintas proporciones.			

Se trata de soluciones complejas listas para su utilización, sin necesidad de preparación de soluciones madre, que siempre requieren una cierta experiencia y medios adecuados (agitadores, etc.). No obstante, por tratarse de soluciones puras tienen una limitación en el contenido total de nutrientes, que no suele superar el 30 %. Los abonos se incorporan a la red de riego previa preparación de la solución nutritiva o solución madre. Esta solución se obtiene tras disolver los fertilizantes que contienen los distintos elementos en proporciones equilibradas, según necesidades nutritivas de las plantas. La solución nutritiva se puede obtener adquiriéndola directamente en forma de abono líquido con los elementos ya proporcionados y equilibrados, o bien preparándola a partir de abonos sólidos solubles. En caso de tener que preparar la solución nutritiva, es necesario conocer la solubilidad de los abonos utilizados y la compatibilidad de los mismos, ya que pueden reaccionar entre sí y formar productos insolubles. En el siguiente cuadro se muestra la compatibilidad de las principales sales fertilizantes utilizadas en fertirrigación:

Tabla. 28 Compatibilidad de fertilizantes (Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios , 2010).

	Nitrato Amónico	Sulfato Amónico	Nitrato Cálcico	Fosfato Monopotásico	Fosfato Monoamónico	Sulfato Potásico	Sulfato de Magnesio	Nitrato Potásico
Nitrato Amónico		X	Incompatible	X	X	X	X	X
Sulfato Amónico	X		Incompatible	X	X	X	X	X
Nitrato Cálcico	Incompatible	Incompatible		Incompatible	Incompatible	Incompatible	Incompatible	X
Fosfato Monopotásico	X	X	Incompatible		X	X	X	X
Fosfato Monoamónico	X	X	Incompatible	X		X	X	X
Sulfato potásico	X	X	Incompatible	X	X		X	X
Sulfato de magnesio	X	X	Incompatible	X	X	X		X
Nitrato Potásico	X	X	X	X	X	X	X	

Nota: X = Compatible

Para preparar la solución nutritiva se aconsejan seguir los siguientes pasos(Fernandez,2010).

- Se calcula la cantidad de agua necesaria para disolver todos los abonos, sumando las cantidades que hacen falta para disolver cada uno de ellos por separado.
- Se aporta agua al depósito en el que se vaya a preparar la solución nutritiva hasta un 40% de su volumen aproximadamente.
- Utilizando el agua restante se hace una disolución previa de cada uno de los abonos, comenzando por el de menor solubilidad, y se vierten al depósito.
- En caso de que el depósito esté provisto de agitador, ponerlo en marcha.
- Una vez concluida esta operación, se añade el agua restante hasta completar la cantidad calculada en el primer paso.

Se procede a comprobar el pH de la solución y se ajusta en torno a 5.5–6 con ácido nítrico, evitando de esta manera la formación de productos insolubles.

- En caso de tener que aportar ácido, éste debe incorporarse en primer lugar y lentamente para evitar posibles accidentes a la persona que lo manipula.

En caso de no utilizar la solución de forma inmediata se protegerá de la luz, y como máximo deberá utilizarse en un plazo entre 5–7 días.

3.8.2.1 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS FERTILIZANTES

Solubilidad: Interesa disponer de productos de alta solubilidad, teniendo en cuenta la compatibilidad con otros abonos y con la propia agua de riego.

Pureza: Hay que utilizar productos con la mayor pureza posible, pues las sales a veces contienen materias inertes que pueden producir reacciones imprevisibles, e incluso provocar obturaciones en los sistemas de riego.

Salinidad y toxicidad: Al calcular la dosis no se deben superar los valores admisibles de salinidad. Igualmente ocurre respecto a la toxicidad de ciertos iones.

3.9 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE UN EQUIPO FERTIRRIEGO

La ventaja de los sistemas de riego localizados es que los fertilizantes minerales pueden ser incorporados y disueltos directamente en el agua de riego. Por lo tanto, los fertilizantes tienen que

poseer una buena solubilidad en el agua, y aquellos más limitados en su solubilidad requieren sistemas de agitación para evitar su precipitación en el estanque de fertilización. Una norma práctica para no sobrepasarse en el nivel salino y para que no precipite la mezcla de fertilizantes, es no sobrepasar los 2 g/l de mezcla de fertilizante en la solución. Se sugiere, no aplicar en forma conjunta fertilizantes fosfatados con fertilizantes que tengan calcio. En este tipo de sistema se puede incluir la aplicación de ácidos (ácido sulfúrico, clorhídrico, fosfórico, nítrico), fungicidas, y desinfectantes (por ejemplo: hipoclorito de Na). Los dispositivos más utilizados para la incorporación de mezclas de fertilizantes y abonos al agua, son aquellos que aspiran o succionan la mezcla desde un estanque de fertilización. La mezcla puede ser inyectada a presión o incorporada por arrastre. La Fertilización del tipo Venturi, son dispositivos constituidos por una pieza en forma de T con un mecanismo Venturi en su interior. El mecanismo Venturi aprovecha el efecto vacío que se produce a medida que el agua fluye a través de un pasaje convergente que se ensancha gradualmente. El Venturi funciona cuando hay diferencia entre la presión del agua entrante y la combinación de agua y fertilizante saliente del sistema de riego. Este dispositivo, se instala en paralelo, ya que el caudal que circula por el sistema sobrepasa el flujo requerido por el propio Venturi (Ferreyra et al., 2005).

3.9.1 FERTILIZACIÓN POR ARRASTRE

Son dispositivos cuya principal característica es poseer un depósito en donde se incorpora a una presión equivalente a la red de riego, la solución concentrada de fertilizante (figura 37). Se colocan en paralelo con relación a la conducción principal. Los depósitos son sencillos y de buen funcionamiento, si bien presentan el inconveniente de que no mantiene una aplicación uniforme, ya que la concentración de fertilizante va disminuyendo con el riego hasta el final del mismo. Esto hace que se deba recomendar consumir una carga del estanque por unidad operacional de riego.

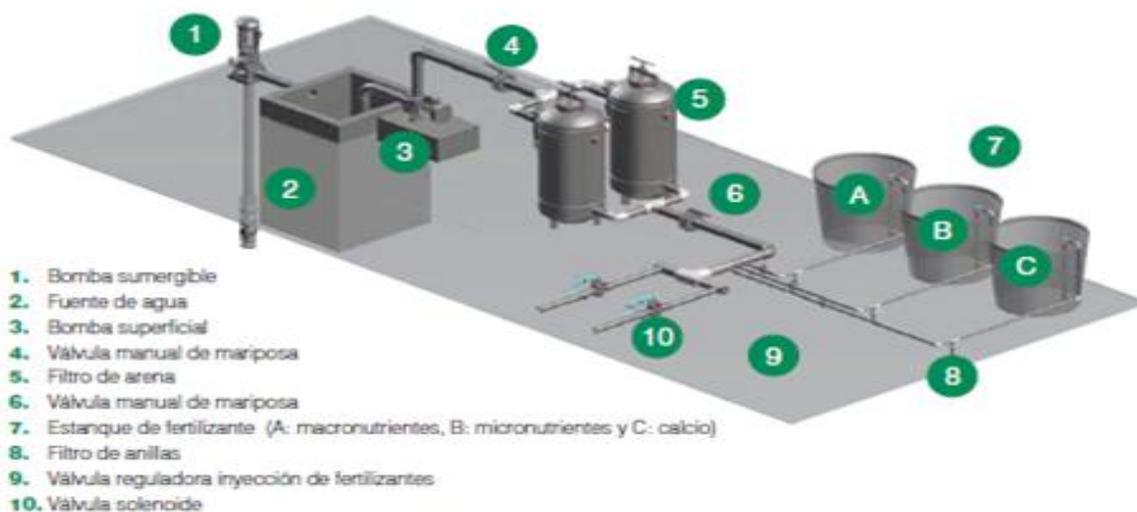


Figura 37. Esquema sistema de fertirrigacion por arrastre. Diseñado por Luis Henríquez A (Proyectista Civil Estructural 2014).

3.9.1.1 BOMBA (SUPERFICIE Y DE POZO).

Es el elemento principal en un sistema de riego tecnificado, ya que es la responsable de entregar la presión y el caudal adecuados para todos los emisores del sistema de riego. Se pueden encontrar diversos tipos de bombas: superficiales y las de pozo profundo. De las bombas superficiales y de pozo profundo encontramos las de pistón, diafragma, rodillo y centrífuga.



Figura 38. Bomba de superficie, vista frontal(A), lateral (B), posterior (C) y superior (D). (Martínez et al., 2014).



Figura 39. Bomba sumergible (Martínez et al., 2014).

3.9.1.2 VÁLVULAS DE AGUA (REGULADORAS DE PRESIÓN).

Son llaves que deja pasar agua en función de la presión que tenga el sistema de fertirriego. Las válvulas son encargadas de proteger la bomba y tuberías del daño ocasionado por exceso de presión. Controlan la presión y el caudal a surtir en las salidas de los emisores de riego. En las Figura 40 se observan dos tipos de válvulas manuales de bola y bronce, respectivamente. El propósito de estas válvulas es cortar y dar el paso del agua en un sistema de fertirriego. En las Figuras 42 y 43 se observa la válvula de mariposa diseñada para elevados caudales de riego y la válvula eléctrica (selenoide) para la automatización del sistema de fertirriego, respectivamente.



Figura 40. Válvula manual de bola y de bronce (vista lateral y frontal). (Martínez et al., 2014).



Figura 41. Válvula manual de regulación. Figura 42. Válvula manual mariposa de metal (Martínez et al., 2014).



Figura 43. Válvula eléctrica solenoide para el cierre y apertura del paso de agua (Martínez et al., 2014).

3.9.1.3 MANÓMETROS

Permiten visualizar continuamente la presión de trabajo que existe en la matriz de riego. Parámetro de importancia al momento de realizar una correcta aplicación de los fertilizantes.

3.9.1.4 FILTROS

La función de los filtros es capturar las partículas sólidas que pueda llevar el agua. Los filtros más simples, generalmente están compuestos de una malla de tejido plástico o metálico con orificio de menor tamaño de aquellas partículas que producen obstrucción parcial o total de los emisores de riego, provocando un riego desuniforme y una aplicación de fertilizante deficiente (Martínez, 2001).

Los tipos de filtros utilizados corrientemente se señalan a continuación:

3.9.1.4.1 FILTRO DE ARENA

Filtros de arena o grava corresponden a recipientes o estanques de metal, normalmente circulares, que llevan en su interior arena o grava de un determinado tamaño (Figura 44). En general se filtra agua con elevados niveles de partículas orgánicas e inorgánicas tales como arenas finas y materia orgánica (Martínez, 2001). La limpieza de estos filtros se hace produciendo la inversión del flujo, lo que se logra con la apertura y cierre de la válvula correspondiente.



Figura 44. Filtro de arena de cuarzo (estanque).
(Martínez et al., 2014).

3.9.1.4.2 FILTRO DE MALLA

En general, se sitúan en el cabezal, inmediatamente después del filtro de arena y del estanque de fertilizante a diferencia de los filtros de arena que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, reteniendo menos cantidad de partículas sólidas. Este tipo de filtro posee un menor tamaño, un bajo volumen para el retrolavado, de fácil mantención y una menor pérdida de presión (Martínez, 2001).



Figura 45. Filtro de malla (Martínez et al., 2014).

3.9.1.4.3 FILTRO DE ANILLAS

Tienen forma cilíndrica y el elemento filtrante lo componen un conjunto de anillas con ranuras impresas sobre un soporte central cilíndrico y perforado, el agua es filtrada al pasar por lo pequeños conductos formados entre dos anillas consecutivas. La calidad del filtrado dependerá del espesor de las ranuras (Martínez, 2001).



Figura 46. Filtro de anillas (Martínez et al., 2014).

3.9.1.4.4 FILTRO DE SUCCIÓN (POMA DE SUCCION).

Este tipo de filtro se localiza inmediatamente antes del sistema de impulsión protegiendo a las bombas de la entrada de partículas, evitando la contaminación del cuerpo de las bombas.



Figura 47. Filtro de succión (Martínez et al., 2014).

3.9.1.4.5 FILTRO DE AUTOLAVADO

Este dispositivo de forma cilíndrica permite filtrar partículas sólidas. El sistema de autolavado incorpora una llave de limpieza y vaciado que permite mantener el filtro en perfecto estado. El sistema de autolavado se realiza de forma manual y/o automática.



Figura 48. Filtro de autolavado (Martínez et al., 2014).

3.9.1.4.6 FILTRO A NIVEL DE EMISORES

Pequeños dispositivos que van dentro del emisor de riego para evitar obturaciones.

3.9.1.5 ESTANQUE DE FERTILIZANTES

Se utilizan estanques de 20 a 200 litros o de mayor capacidad, según amerite la extensión del cultivo, es donde se coloca el fertilizante disuelto en agua.



Figura 49. Estanque de fertilizantes (Martínez et al., 2014).

3.9.1.6 BOMBA INYECTORA DE FERTILIZANTE

Algunos agricultores e instaladores usan como inyector de fertilizante la bomba del sistema de riego por goteo. Sin embargo, la instalación de este sistema produce un deterioro más acelerado del rotor de la bomba.



Figura 50. Bomba inyectora de fertilizante (Martínez et al., 2014).

3.9.1.7 INYECTOR DE FERTILIZANTE

Son dispositivos o equipos que inyectan la mezcla de fertilizantes desde un estanque a la red a través de una bomba eléctrica o hidráulica.



Figura 51. Sistema de inyección de fertilizante (Martínez et al., 2014).

3.9.1.8 INYECTOR DE ÁCIDOS

Son dispositivos o equipos que inyectan ácido a la red, a través de una bomba que tienen como impulsor un motor eléctrico o de combustión interna. Cada elemento fertilizante puede variar el pH del agua de riego. Hay abonos que lo reducen (ácidos) y otros que lo elevan (básicos o alcalinos). Por ello es necesario conocer cómo reacciona cada uno de los fertilizantes empleados en fertirrigación, para poder corregir la posible variación de pH. Hay productos para regular el pH del agua que combinan el ácido nítrico y fosfórico.



Figura 52. Sistema de inyección de ácidos (Martínez et al., 2014).

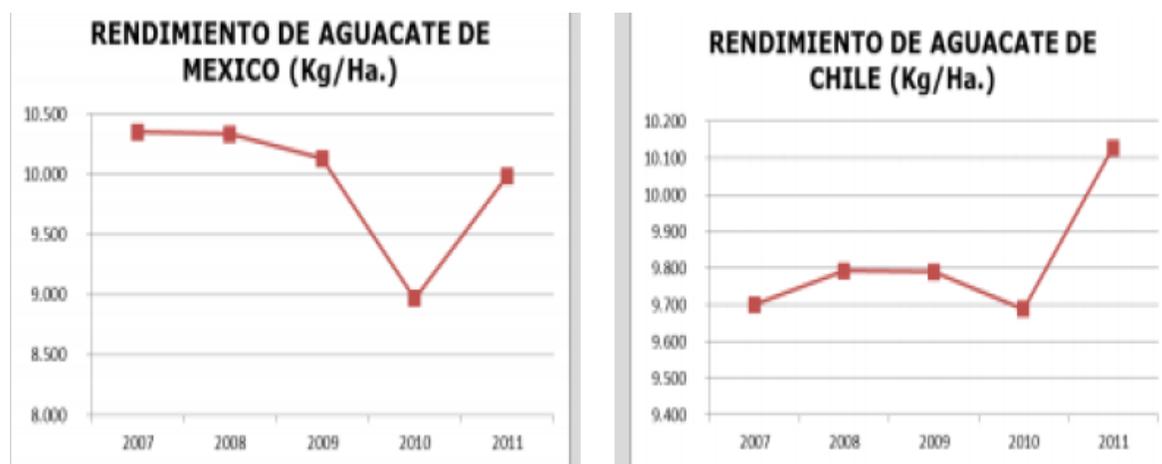
3.9.1.1.9 APLICACIONES NUTRIMENTALES CON NUTRIRRIEGO

El incremento de la productividad del cultivo del aguacate, mediante el suministro de riego es definitivamente superior, en comparación a la que se obtiene sin irrigación, tanto en producción de fruta como en vigor y aspecto del árbol, sin embargo, un mal manejo del riego perjudica al cultivo, al suelo y disminuye el beneficio económico del productor. De acuerdo al tamaño y densidad del follaje y condiciones del ambiente, los arboles absorben diferentes cantidades de agua. Un mismo árbol necesita más agua en los periodos secos y calurosos que en los húmedos frescos, por lo que se debe regar de acuerdo con las necesidades del árbol (Morales, 2005).

3.9.1.1.9.1 FUENTES DE FERTILIZANTE A USAR

Como fuente de nitrógeno se sugiere usar Urea que contiene un 46% de Nitrógeno; como fuente de fósforo se utiliza el Ácido Fosfórico al 75%, o bien el fosfato Mono amónico (MAP) soluble al 12 % de N y 62% de potasio al 44% o el sulfato de potasio al 50%. La alta solubilidad de estos fertilizantes no causa problemas de taponamiento en los emisores por acumulación de sales (Tapia, 2005).

Tabla .29 Rendimiento de Aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass mediante la aplicación de Fertirriego (Romo,2018).



En un cultivo tecnificado, con un sistema de fertirriego con adecuado diseño agronómico, hidráulico, correcta implementación, operación, mantenimiento y manejo, es una herramienta muy valiosa para lograr incrementar sustancialmente productividades. Casos exitosos muy conocidos de países como Chile y México que son importantes líderes en el mercado mundial de aguacate han logrado grandes avances en el tema del fertirriego con extensiones de cultivos altamente tecnificados.

3.9.2 ESTUDIO DE CASO FERTIRRIEGO EN COLOMBIA

De acuerdo con un estudio realizado por la Universidad Nacional, la técnica más apropiada para mejorar el rendimiento en los cultivos de aguacate Hass es la de riego por goteo. El estudio se realizó en tres zonas productoras se obtuvo como resultado que al usar el riego por goteo se incrementa la producción 23% lo que permitiría recuperar la inversión en al menos dos ciclos de producción, y mejorar tanto las ganancias como la calidad de vida del productor. Al respecto, el estudio advierte que en Colombia el aguacate Hass se produce sin riego, por lo cual los productores dependen de la lluvia para garantizar la cosecha. En la región Andina, donde se ubican las principales zonas productoras de este cultivar, se presenta un régimen hídrico con balance positivo durante la mayor parte del ciclo productivo, aunque la distribución de las lluvias no es uniforme (Guzmán, 2017).

3.9.2.3 PROBLEMÁTICA DE LOS SISTEMAS DE FERTIRRIEGO EN COLOMBIA

Los cultivos tradicionales sin fertirriego o con sistemas de riego básicos (gravedad, subirrigación, aspersión con agua pura), son cultivos que históricamente se han establecido en suelos ricos en materia orgánica, con buenos contenidos de limo y arcilla, con adecuadas condiciones de drenaje, adecuadas propiedades físicas, con bajos índices de salinidad y adecuada disponibilidad de agua lluvia bien distribuida a lo largo del año, clima favorable, buena luminosidad, entre otros y muchos factores benéficos. Estas condiciones ideales ha permitido que el fertirriego no sea una prioridad en sus Cultivos, pero lamentablemente los suelos se deterioran año tras año, el cambio climático ha hecho su aporte negativo, las lluvias escasean por periodos más largos y los mercados locales y mundiales exigen más calidad y productividad (Pazos, 2018).

Los sistemas de riego (aspersión, microaspersión y goteo) en el país, en diversas zonas y cultivos, grandes, medianas o pequeños, en su gran mayoría se usan para aplicar solamente agua de una forma desuniforme, ineficiente y no controlada (echar agua). Pocos sistemas de riego se utilizan para regar o aplicar agua técnicamente con control, uniformidad y eficiencia (regar técnicamente) y muy pocos sistemas se utilizan para fertirrigar técnicamente (aplicación de agua con fertilizantes solubles de manera técnico, controlada, eficiente y uniforme (Pazos, 2018).

Algunos agricultores desconocen la utilización de equipos como los sensores de humedad de suelo en cultivos agrícolas, que son fundamentales para los sistemas de irrigación, debido a que permiten definir la cantidad de agua que se está introduciendo al suelo y además evitar su desperdicio. Es un dispositivo de gran utilidad en el manejo del recurso hídrico de cultivos agrícolas y que se compone de: un sistema de censado, un sistema de visualización en campo, un módulo de procesamiento mediante un dispositivo embebido, un sistema de alimentación por energía solar y un módulo de transmisión de información vía GPRS (mensajería de texto) a un servidor. Los datos recibidos son visualizados mediante tablas de datos y gráficos en un dispositivo móvil (Castro, 2016).

CAPITULO IV

4 INFORMACION CULTIVO DE AGUACATE HASS A NIVEL MUNDIAL, NACIONAL Y EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMRCA.

El aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass es el más cultivado en el mundo, siendo México el primer productor con una superficie aproximada de 95,000 ha y una producción superior a 740 millones de toneladas en 2004. Los principales estados productores de aguacate en México son Michoacán y Nayarit. En este último estado existen 2,318 ha de aguacate en producción; los principales municipios productores son Tepic (1,124 ha) y Jalisco (1, 000 ha) (López, Salazar, & Johansen, 2016).

Tabla. 30 Producción mundial de aguacate 2007-2017 (FAO 2017).

Producción de aguacate												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 <i>estim.</i>	2017 <i>pronós</i>	2007-2016 Tasa de crecimiento promedio porcentaje %
	<i>(miles de toneladas)</i>											
Total mundial	3 625	3 461	3 990	3 946	4 230	4 491	4 742	5 030	5 456	5 632	5 823	5.55
América Latina y el Caribe	2 358	2 250	2 457	2 457	2 679	2 853	3 179	3 327	3 615	4 008	4 062	6.53
África	480	513	624	709	682	705	684	792	809	680	767	4.61
Asia	423	436	487	442	501	521	540	566	645	587	639	4.39
México	1 143	1 162	1 231	1 107	1 264	1 316	1 468	1 521	1 644	1 889	1 907	5.54
Perú	122	136	157	184	214	269	288	349	367	455	556	15.91
Colombia	194	184	189	205	215	255	295	289	310	403	483	8.59
Indonesia	202	244	258	224	276	294	290	307	383	305	352	5.34
Rep. Dominicana	183	188	184	289	295	290	388	428	526	537	349	14.23
Kenya	94	104	145	202	149	167	178	219	230	252	274	10.37
Brasil	154	147	139	153	160	160	157	157	181	174	178	1.97
Estados Unidos	193	105	271	158	205	238	166	179	203	173	168	1.11
Chile	210	123	232	166	156	160	165	160	146	151	149	-2.15
China	92	95	100	103	105	108	112	116	118	122	126	3.13

Las estadísticas indican que la producción mundial de aguacate crece anualmente y que este es un producto que cada vez tiene mayor demanda en Europa y los Estados Unidos, no obstante, no puede afirmarse que este sea el único factor que impulsa el crecimiento de la producción, lo cierto es que hay un mercado que demanda cada vez más este producto. Así pues, el crecimiento de la producción a nivel mundial se eleva y abre la posibilidad de explorar nuevos mercados con un producto que se enmarca perfectamente en la economía colombiana y su extensa tradición agrícola, de igual manera este es un producto que genera fuentes de empleo en un promedio de una persona.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

El aumento del consumo per cápita interno y su potencial exportador como fruta fresca y procesada, ha impulsado el área sembrada de variedades mejoradas aptas para varios climas, destacándose la variedad Hass para clima frío moderado. La mayor área sembrada de esta variedad se encuentra en el departamento de Antioquia con 2.300 ha y con una proyección de 10.000 ha al 2015 (Ramírez et al., 2014).

En nuestro país la producción de aguacate se enmarca dentro de las llamadas organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, no obstante, para este producto se crea la Organización de Cadena Productiva de Aguacate (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014). Básicamente, con esta organización el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural busca “promover el mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del subsector del aguacate en Colombia”.

A nivel mundial Colombia ocupa el quinto lugar de la producción, según cifras del año 2017 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Esto implica que es necesario que el país avance en la consolidación de un sistema productivo que incluya y apropie tecnologías agrícolas, además de mejorar procesos fitosanitarios y agronómicos de alta calidad que permitan generar valor y una ventaja competitiva del producto. Paralelamente, existe una dispersión de los cultivos en el país concentrados por departamentos que copan un porcentaje bastante alto de la producción nacional. Asimismo, de esta proporción solo un 38% corresponde a la variedad Hass y esta es la que tiene mayores atributos para la exportación. Esto ciertamente, muestra una falta de organización en la producción y distribución de las zonas de cultivo del país (no en todos los departamentos) e indica que el país podría tener un porcentaje más alto del total mundial, ya que, dado el clima privilegiado que posee se hace posible tener producción todo el año, aunque por ahora se concentra en los meses de octubre y noviembre (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social 2018).

De otra parte, en un informe del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018) se identifica cinco grandes desafíos para formular un ordenamiento territorial agropecuario que permita el desarrollo rural en Colombia. Estos desafíos son los siguientes:

- ✓ Las ineficiencias en el mercado agropecuario y baja competitividad
- ✓ Rezago en la productividad
- ✓ Informalidad en la tenencia de tierras
- ✓ Ineficiencia en el uso de suelo agropecuario
- ✓ Conflictos de uso de suelo (Minagricultura, 2018).

Puntualmente, el informe del ministerio indica que frente al primer desafío se reconoce la posibilidad de que el 50% de las importaciones de aguacate se pueden sustituir con una parte de la producción nacional, pero también tiene incidencia en la baja productividad el hecho de que hay poca diversificación en la exportación agrícola ya que productos como el café, las flores, el banano y el azúcar concentran el 80% del total de las exportaciones de ese sector de la economía. Frente al rezago

en la productividad se identifica que la falta de inversión tiene un impacto directo en la productividad y por supuesto producen un rezago, ya que no se cuenta con la infraestructura ni la cobertura de riego necesarias para las cerca de 18.4 millones de hectáreas con potencial de riego. (Minagricultura, 2018).

Tabla. 31 Producción y rendimiento según departamento 2015-2016 (Agronet,2016).

Departamento	Área Sembrada (ha)			Participación (%)	Área Cosechada (ha)			Participación (%)	Producción (t)			Participación (%)	Rendimiento (t)		
	2015	2016	Variación (%)		2015	2016	Variación (%)		2015	2016	Variación (%)		2015	2016	Variación (%)
TOTAL	57.826	65.000	12,4	100,0	38.359	40.981	6,8	100,0	312.615	335.877	7,4	100,0	8,15	8,20	0,6
Tolima	11.386	12.272	7,8	18,9	10.602	10.516	-0,8	25,7	61.561	58.483	-5,0	17,4	5,81	5,56	-4,2
Antioquia	10.890	11.321	4,0	17,4	5.649	5.780	2,3	14,1	61.690	67.032	8,7	20,0	10,92	11,60	6,2
Caldas	8.447	8.710	3,1	13,4	4.002	4.774	19,3	11,6	33.372	42.575	27,6	12,7	8,34	8,92	7,0
Santander	6.259	6.708	7,2	10,3	3.315	3.434	3,6	8,4	19.918	21.771	9,3	6,5	6,01	6,34	5,5
Risaralda	2.009	2.962	47,4	4,6	1.154	1.604	39,0	3,9	14.091	17.200	22,1	5,1	12,21	10,72	-12,2
Quindío	2.581	2.886	11,8	4,4	1.718	2.059	19,8	5,0	12.585	16.011	27,2	4,8	7,33	7,78	6,2
Cesar	2.463	2.875	16,7	4,4	2.062	2.186	6,0	5,3	18.205	14.770	-18,9	4,4	8,83	6,76	-23,5
Bolívar	3.561	2.652	-25,5	4,1	2.940	2.112	-28,2	5,2	24.135	20.996	-13,0	6,3	8,21	9,94	21,1
Meta	780	2.400	207,7	3,7	527	598	13,5	1,5	5.306	5.951	12,2	1,8	10,07	9,95	-1,2
Huila	1.634	2.363	44,6	3,6	699	1.099	57,2	2,7	7.267	11.586	59,4	3,4	10,39	10,54	1,4
Valle del Cauca	2.164	2.300	6,3	3,5	1.833	1.928	5,2	4,7	25.794	26.389	2,3	7,9	14,07	13,69	-2,7
Cundinamarca	1.199	1.965	63,8	3,0	705	1.295	83,7	3,2	4.797	7.090	47,8	2,1	6,81	5,48	-19,6
Cauca	854	1.141	33,7	1,8	677	797	17,7	1,9	4.094	4.395	7,4	1,3	6,05	5,52	-8,8
Boyacá	528	854	61,7	1,3	277	308	11,2	0,8	1.451	2.040	40,5	0,6	5,25	6,63	26,4
Norte de Santander	868	848	-2,3	1,3	468	508	8,4	1,2	5.533	5.503	-0,6	1,6	11,82	10,84	-8,3
Sucre	649	718	10,6	1,1	523	647	23,7	1,6	4.103	4.821	17,5	1,4	7,85	7,45	-5,0
Nariño	274	547	99,7	0,8	164	234	42,5	0,6	598	974	63,0	0,3	3,64	4,16	14,4
La Guajira	517	522	1,0	0,8	490	477	-2,7	1,2	2.316	2.258	-2,5	0,7	4,73	4,73	0,2
Chocó	251	313	24,8	0,5	208	285	36,8	0,7	1.008	1.529	51,6	0,5	4,85	5,37	10,8
Arauca	316	272	-13,9	0,4	258	240	-7,0	0,6	4.020	3.750	-6,7	1,1	15,58	15,63	0,3
Casanare	135	233	72,3	0,4	42	41	-3,6	0,1	443	313	-29,3	0,1	10,55	7,73	-26,7
Putumayo	12	49	308,3	0,1	12	20	66,7	0,0	150	210	40,0	0,1	12,50	10,50	-16,0
Caquetá	5	45	800,0	0,1	-	1	-	0,0	-	4	-	0,0	-	4,00	-
Amazonas	35	35	-	0,1	27	35	29,6	0,1	157	208	32,5	0,1	5,81	5,94	2,2
Córdoba	5	7	45,8	0,0	5	5	-	0,0	14	14	-	0,0	3,00	3,00	-
Vichada	4	4	-	0,0	2	2	-	0,0	5	5	-	0,0	3,20	3,20	-
Guainía	1	1	-	0,0	1	1	-	0,0	1	1	-	0,0	1,50	1,50	-

Para el año 2016 la tendencia que se mantiene es el claro predominio de los departamentos de Tolima, Antioquia y Caldas como principales productores de aguacate en el país, sin embargo, aunque el departamento del Tolima encabeza la tabla frente a la cantidad de áreas sembradas, el departamento de Antioquia, con menor cantidad de hectáreas sembradas presenta un rendimiento similar en cuanto a producción. Por su parte el departamento de Cundinamarca, aparece en el puesto 13 con un porcentaje de participación muy poco significativo en el contexto nacional. Así pues, el impacto en la producción del país por cuenta del departamento de Cundinamarca, es bastante insignificante frente a los grandes productores del país, sin embargo, la tendencia que presenta el cultivo de aguacate en el departamento es hacia la exportación, como se evidencia en el crecimiento de las hectáreas sembradas del 2015 al 2016 y que se pasó de 1.199 hectáreas a 1.965.

Tabla .32 Área sembrada -Área cosechada 2007-2016 (Agronet ,2016).



La Tabla 32 muestra que desde los años 2007 a 2016 en Colombia hubo un incremento en la extensión de los cultivos en hectáreas sembradas y cosechadas, no obstante, se presenta una disparidad entre la cantidad de hectáreas que han sido sembradas y cosechadas entre los años de 2007 y 2016 (Mejía 2015).

Según el DANE este producto fue uno de los frutales de mayor crecimiento en áreas en la última década y actualmente es el tercer frutal en importancia dentro del agro nacional. No obstante, solo 60% de las hectáreas sembradas están llegando a su plenitud productiva, el porcentaje restante se encuentra en época de establecimiento y edades jóvenes. También el clima es un factor a tener en cuenta, ya que en las zonas cálidas se producen cosechas más temprano, mientras que, en climas fríos, las cosechas se demoran un poco más, por lo que hay disposición del producto todo el año (Mejía, 2015).

Tabla. 33 Producción de aguacate en Colombia en el periodo 2007-2014(Agronet, 2014).

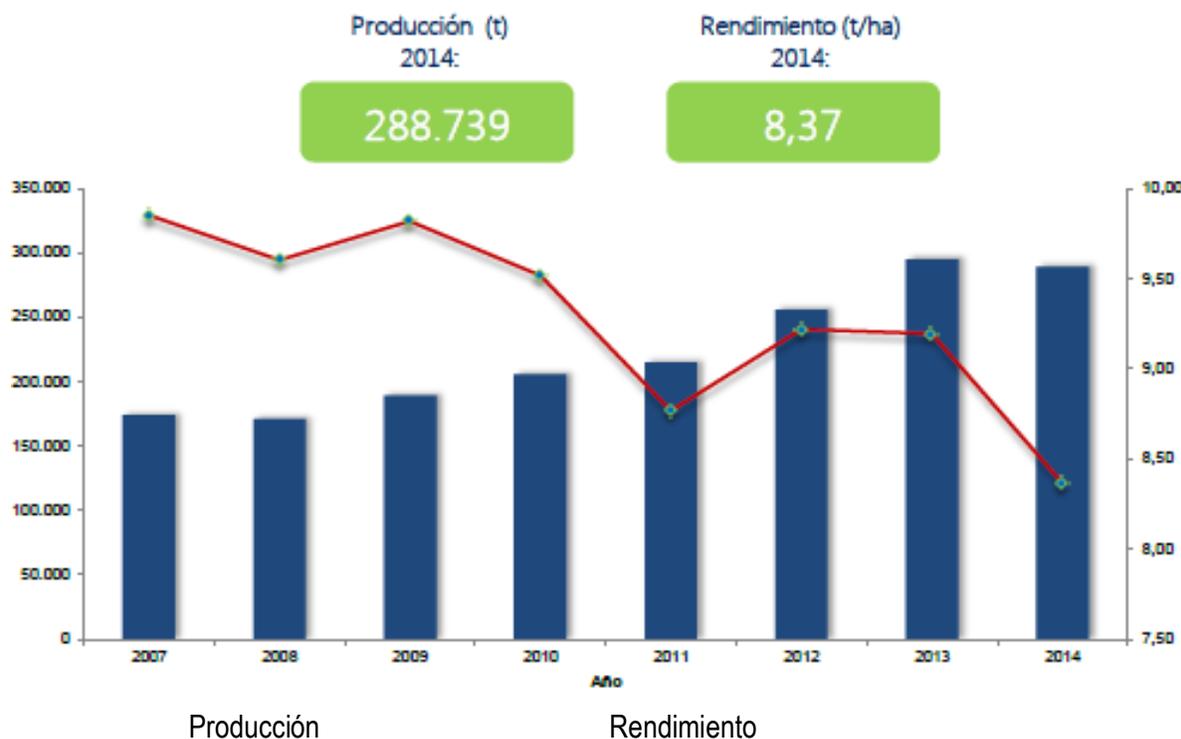
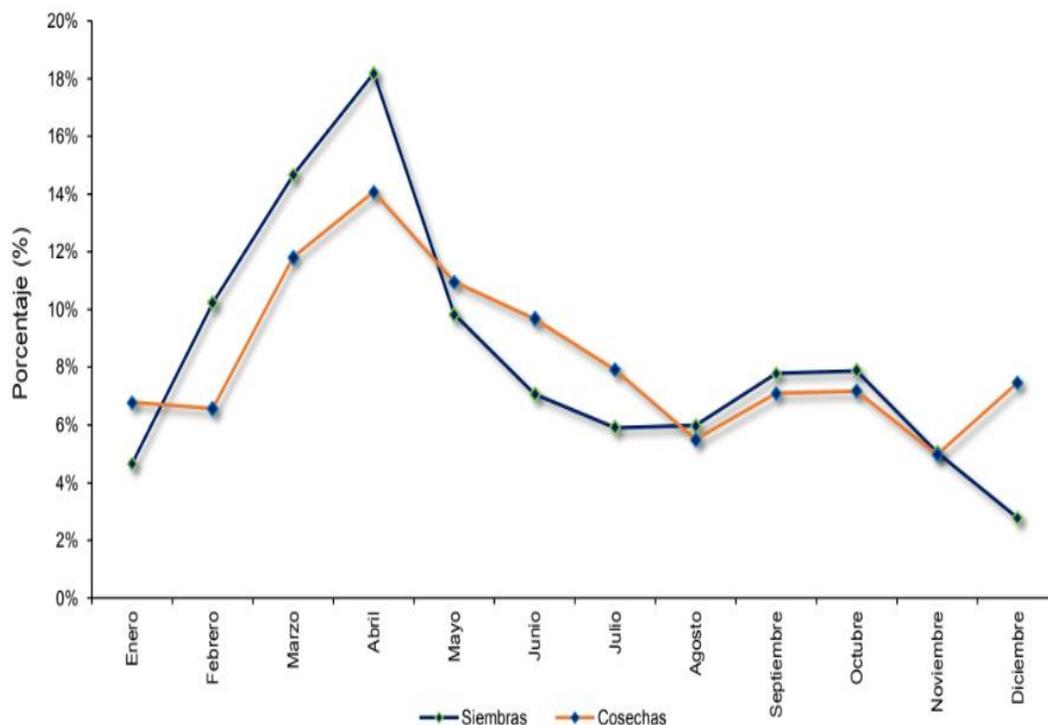


Tabla .34 Picos de siembra de aguacate en Colombia (Agronet, 2018).



La Tabla anterior muestra como el pico de la siembra se encuentra en el mes de abril y luego recae, seguramente asociado a factores climáticos.

Tabla .35 Calendario abastecimiento mercado del aguacate Hass en Colombia (Agronet 2018).

REGION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
HASS												
ORIENTE -ANT.			HASS									HASS
NORTE-TOLIMA	HASS					HASS						HASS
EJE CAFETERO		HASS										HASS
SUROESTE-ANT.	HASS											HASS
MESETA POPAYAN												HASS
NORTE DEL VALLE	HASS											HASS

La tabla anterior, permite dar un vistazo al panorama de la producción en el contexto nacional para indagar, como está distribuido el cultivo de aguacate a nivel nacional. Como ya se mencionó anteriormente gran parte de la producción se concentra en tres departamentos principalmente en Antioquia, el eje cafetero y Tolima.

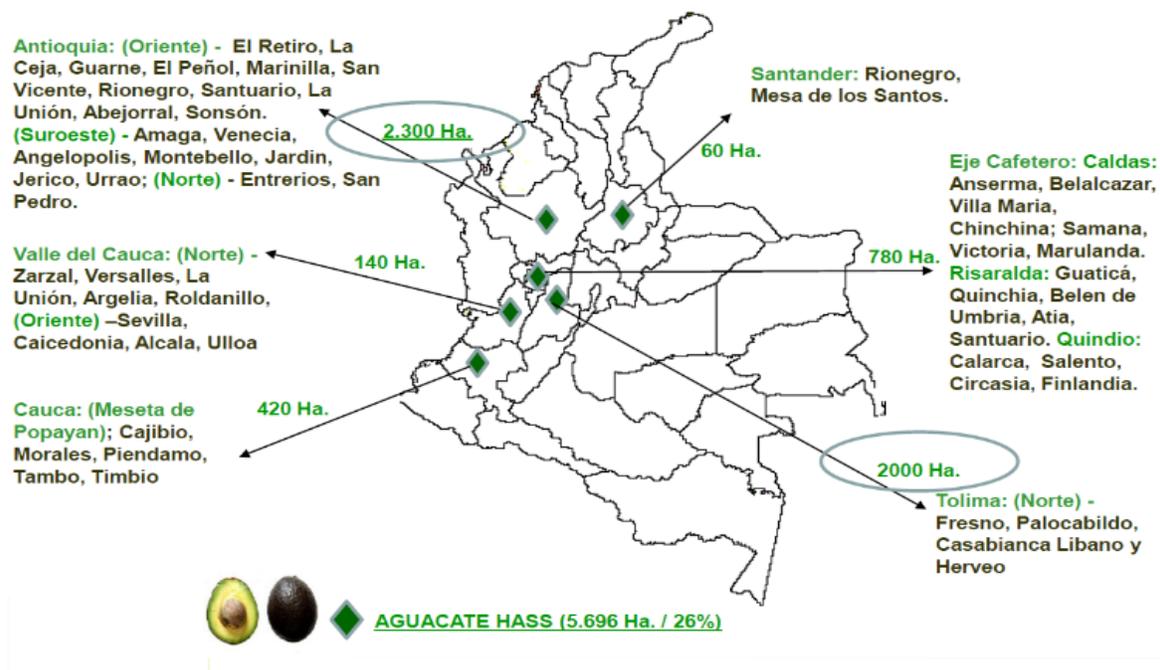


Figura 53. Distribución del cultivo de Aguacate Hass en el país por hectáreas sembradas (Agronet, 2018).

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la instalación de un sistema de riego es importante realizar primero un diseño previo ajustado a las condiciones específicas del cultivo, hay que conocer la presión y el caudal de agua disponibles en la parcela para definir la capacidad de la instalación, conocer las propiedades físicas del suelo (capacidad de retención de humedad, densidad aparente, textura y velocidad de infiltración), la densidad y el tipo de siembra, la profundidad efectiva del cultivo, el área a regar, la calidad del agua para riego y las condiciones del clima (precipitación, temperatura, evapotranspiración).

Los sistemas de monitoreo ambiental y del suelo como el sensor de humedad del suelo tipo sonda determinan la cantidad y el momento oportuno del riego, en combinación con el poder de decisión del técnico.

Se debe considerar que, frente a condiciones climáticas restrictivas, como disminución de las precipitaciones y déficit hídrico en suelo, se sugiere utilizar un sistema de riego de alta eficiencia. El riego por goteo es un método de irrigación utilizado en las zonas secas pues reduce al mínimo la utilización de agua.

El sistema de riego tecnificado aplicado en el cultivo de Aguacate Hass nos genera incremento en la productividad como lo pudo establecer el estudio realizado por Guzmán denominado Uso racional del agua de riego en cultivos de aguacate Hass (*Persea americana Mill*) en tres zonas productoras de Colombia.

A través de la fertirrigación con riego localizado se obtiene una mayor eficacia en la aplicación de los elementos nutritivos, al distribuirlos en torno a las raíces y en el bulbo húmedo, lo cual facilita la asimilación por parte de la planta y evita las pérdidas de nutrientes por lixiviación o lavado.

La fertirrigación es una técnica de comprobada efectividad, no solo en cuanto el ahorro de agua sino también en la efectividad de la aplicación de los fertilizantes, tal como ha ocurrido en otras regiones del mundo en México principalmente, donde su efectividad contribuye a que el país se encuentre en la primera posición de producción de aguacate a nivel mundial.

Para evitar los inconvenientes que pueden surgir, en fertirrigación es importante que en la elección de los abonos comerciales se tengan en cuenta los siguientes parámetros: Solubilidad, salinidad, variación del pH, grado de pureza, capacidad de corrosión y compatibilidad de los fertilizantes.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Todo plan de fertilización debe basarse en análisis de suelos que nos indiquen las cantidades de elementos minerales que están disponibles para ser tomados por las raíces de las plantas y análisis foliares que nos indican las cantidades de elementos que están presentes en el tejido vegetal y que están disponibles para producir los compuestos que requiere la planta para sus funciones vitales. (No olvidar que los nutrientes en el suelo o foliar se expresan en meq x 100 g o en ppm, los que deben convertirse en Kg/Ha basados en la densidad aparente del suelo).

Los elementos requeridos por la planta se encuentran en una amplia oferta de productos ofrecidos a nivel nacional, sin embargo, su efectividad está condicionada a la correcta utilización. (Ley de los fertilizantes Andre Voisin).

Si los cultivos están ubicados en áreas de secano, lo más aconsejable es usar fertilizantes solubles granulados de aplicación al suelo ubicado de la mitad del área de plato hacia la gotera siempre con el suelo sin malezas vivas, pero con todo su mulch de hojarasca sobre el suelo (sin removerlo).

La existencia de cultivos de Aguacate variedad Hass con riego y fertirriego en el departamento de Cundinamarca está poco documentado sin embargo es evidente que las extensiones en hectáreas sembradas es bastante reducida, pero los cultivos existentes son jóvenes y por tanto presentan un potencial de integración en el mercado nacional ;no obstante su volumen de producción no es muy alto, además la región no cuenta con problemas de conflictos de tierras o ambientales por lo que la expansión de los cultivos a futuro es un hecho importante.

Finalmente, en cuanto al impacto ambiental es importante mencionar que las técnicas de riego y Fertirriego por goteo tienen un ahorro promedio de agua formidable comparado con el riego por aspersión o con manguera con lo que en el largo plazo el impacto sobre las fuentes hídricas será mucho menor que con la utilización de técnicas tradicionales.

Se evidencia que no existe una articulación entre los diversos productores, lo cual dificulta el crecimiento del cultivo al menos a nivel regional, por lo cual es necesario que las diferentes instituciones del sector agropecuario lideren las iniciativas de cambio que lleven la producción nacional al siguiente nivel.

No veamos a nuestras áreas productivas (fincas, lotes, terrenos) como simples espacios de explotación económica, sino como a un patrimonio ecológico para futuras generaciones.

Debemos buscar, alternativas de solución para salvar nuestras tierras degradadas por la mecanización y prácticas agronómicas culturales no eficientes por décadas.

Una de las más grandes funciones del suelo; es garantizar la seguridad alimentaria, pues provee el 95 % de los alimentos a una población que se acerca a 7500 millones, pero seguimos fallando por que:

No existe unificación normativa.

No hay una articulación interinstitucional.

Es de carácter urgente realizar una articulación activa de la academia con los gremios del sector agropecuario y de los usuarios directos del suelo.

Se desconoce el funcionamiento del POT (Plan de Ordenamiento Territorial) de 1101 municipios de Colombia.

El uso de prácticas agroecológicas como la diversidad de especies de plantas influyen en su sostenibilidad.

Pero no habrá agricultura sostenible si no se hace inversión en investigación agrícola para ello tenemos que elevar la celeridad y la efectividad de la investigación.

Con la realización del trabajo de grado (Monografía) “consulta sobre la fertirrigación en el cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en el departamento de Cundinamarca se pudo determinar que existe muy poca información relacionada a los sistemas de fertirriego implementados en el cultivo de aguacate variedad Hass, por tal motivo se recomienda seguir profundizando en el tema.

4.3 BIBLIOGRAFIA

Abreu, F. D. 2017. Importancia del manejo del riego en el cultivo de palto. Michoacán, México.

Agronet, 2018.MinAgricultura. www.agronet.gov.co.

Agronet (2012). Producción nacional por producto. En: agronet.gov.co. [En línea].

Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. 56:1-333.

Amórtégui, I. 2001. El cultivo del aguacate: modulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Corporación para la promoción del desarrollo rural y agroindustrial del Tolima. Ibagué, Colombia.

Anguiano CJ, Alcantar JJ, Toledo BR, Tapia LM, Vidales-Fernández JA. 2007. Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán, México. En: International Avocado Society. Proceedings vi World Avocado Congress (Actas vi Congreso Mundial del Aguacate). Viña del Mar, Chile: International Avocado Society.

Asohofrucol. 2013. Plan de Negocios de Aguacate, 28/182.

Barrera, C. A. 2014. Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate Hass producidos en la zona marginal alta cafetera. Dos Quebradas, Risaralda, Colombia.

Bernal, J. A., & Díaz, C. A. 2008. Tecnología para el Cultivo del Aguacate (Manual Téc). Centro de Investigación La Selva- Rionegro, Antioquía, Colombia: CORPOICA.

Bernal, J., Díaz, C., Osorio, C., Tamayo, A., & Osorio, W. 2014. Corpoica.Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Cultivo de Aguacate.

Briceño, M.; F. Álvarez; U. Barahona. 2012. Manual de Riego y Drenaje. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 115p.

Bozzolo, E .1993. Approximation to the determination of cropping coefficients in avocado (*Persea americana Mill*) cv. Hass in Quillota zone. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota (Chile). Fac. de Agronomía.

Camara De Comercio de Bogota (2008). Sumapaz Caracterizacion Economica y Empresarial. Bogota.

Cardemil, GM. 1999. Aproximación a los requerimientos hídricos del palto (*Persea americana Mill*) cv. Hass para la provincia de Quillota. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso.

Castro, L.B. (2016). Sensor de humedad del suelo tipo sonda con sistema de monitoreo para aplicaciones en agricultura de precisión. Universidad de los Llanos. Villavicencio.

Corpoica. 2014. Manual técnico actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el aguacate.

Coria, A. J. 2003. Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate (*Persea americana Mill*) cv. "Hass" en Michoacán, México. V Congreso Mundial del aguacate. Málaga, España.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca .2017. [http://www. car.gov.co](http://www.car.gov.co)

Dixon, J.2008. "Hass" avocado tree phenology 2004-2009 in the Western Bay of Plenty. Avocado Growers' Assen. 8:35-57.

Ernesto, M. 2008. Las prácticas de la resolución de conflictos en América Latina (Instituto). Bilbao: Universidad de Deusto.

Estrada, J. A. B., Sc, I. A. M., Investigador, H., Sc, I. A. M., Agrícolas, C., & Máster, I. 2014. actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (bpa) en el cultivo de aguacate. in corpoica (ed.), actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (bpa) en el cultivo de aguacate (2da-febrer ed., p. 206/410). Medellín, Colombia: 2014.

FAO. 2011. The State of Food Insecurity in the World (FOOD AND A). Rome.

Faber B, Apaia M, Yates M. 1995. Irrigation management of avocado in a California coastal environment. Ponencia presentada en: World avocado Congress III Israel.

Fernández Gómez, R., Yruela Morillo, M. del C., Milla, M., García Bernal, J. P., & Oyonarte Gutiérrez, N. A. 2010. Manual de Riego para Agricultores Módulo 4: Riego Localizado,http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf.

Fernández, R.2010.Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios (pág. 158). Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Ferreira, E.R.; Selles; Ahumada, B. R; Maldonado. 2005. Manejo del riego localizado y fertirrigación. Boletín INIA 126. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile.

Flórez Hernández, A. 2017. Manejo de Agua y Fertirriego en Aguacate. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA.

Flórez., A. 2007. Manejo de Agua y Fertirriego en Aguacate. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fornaris, L. M., Hernández, G., & López, T. 2011. Efecto del manejo del riego en la asociación aguacate – guayaba. 25/11/11, 1(2), 67–75.

Gardiazabal F. 2004. Riego y nutrición el palto. 2° Seminario internacional de paltos. 29 septiembre - 1 octubre, 2004. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile. 12 diciembre, 2013. Disponible en www.avocadosource.com

Garner LC, Lovatt CJ. 2008. The relationships between flower and fruit abscission and alternate bearing of 'Hass' avocado. J Am SocHorticSci. 133(1):3-10.

Gobernación De Cundinamarca .2018. Línea base objetivos de desarrollo sostenible departamento de Cundinamarca y provincias. Bogotá.

González. G. C. 2016. Caracterización fenológica y eco fisiológica del cultivo de aguacate (*Persea americana Mill.*) en fase vegetativa (estado de plántula) bajo condiciones de campo del municipio de pasca, Cundinamarca. Fusagasugá, Colombia: Universidad de Cundinamarca.

Guerra, D.L. C. 2017. Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Mosquera: Corpoica.

Guzmán, L. C. 2017. Uso racional del agua de riego en cultivos de aguacate Hass (*Persea americana Mill*) en tres zonas productoras de Colombia. Palmira, Colombia.

Granados. C. (marzo 2018). Indicadores e Instrumentos. Colombia: Ministerio De Agricultura.
Hagin.J Prof. 2003. Fertigation (pág. 82). Suiza: International Potash Institute.

Hardessen ML. 2012. Diagnóstico sobre la fertilidad y algunos parámetros físico-químicos de suelos agrícolas de la provincia de Quillota. Tesis de grado de Licenciado en Agronomía. Universidad del Mar. Quillota, 2012.

- Hirzel C., J. 2017. Principios básicos de fertirrigación. In Infoagro (Ed.), fertirrigación (vol. boletín in, p. 91/115). 03/12/2017.
- ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana Mill*) Medidas para la temporada invernal. Bogotá. D.C.
- IDEAM. 2018. Estudio Nacional del Agua (ENA -2018). Bogotá.
- INCODER. 2015. Sector Agropecuario En Cundinamarca.
- Instituto de Estudios Ambientales. 2018. <http://www.ideam.gov.co>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2017. <http://www.agustincodazzi.gov.co>.
- INTAGRI. 2017. Los sistemas de riego aptos para la fertirrigación. Serie agua y riego número 16. Artículos técnicos de Intagri.
- INTAGRI. 2018. Manejo de la Fertirrigación en Aguacate. Serie Frutales Núm. 34. Artículos Técnicos de INTAGRI. México.
- Jaler, S. R (2010). Análisis de los sistemas de producción agrícola de las provincias de Soacha y Sumapaz (Cundinamarca). Bogotá: FAO.
- Jaramillo, F. 2017. Aguacate: el oro verde de la economía colombiana. Bogotá: Revista Dinero.
- Jiménez H. 1992. Hidrología básica. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Joan, M. 2005. Sistemas de riego para uso en viveros. Grup Sabater.
- Juan Mora Montero, J. A. (mayo de 2015). Curso producción de Aguacate. San José, Costa Rica: INTA
- Kafkafi, U; Tarchizky, J. 2012. Fertirrigación, una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua. Asociación internacional de la industria de fertilizantes. Francia.
- Lahav E, Kalmar D. 1983. Determination of the irrigation régime for an avocado plantation in spring. Aust J Agric Res. 34:717- 724.

López, U., Salazar, S., & Johannes, R. 2007. Identificación y fluctuación poblacional de especies de trips (Thysanoptera) en aguacate "Hass" en Nayarit, México. 12 de febrero, 2007, 49/54. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60913107>.

María Fernanda Silva Bustos, A.M. (2017). Caracterización socioeconómica de la producción de aguacate Hass en el departamento de Cundinamarca con fines de internacionalización. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

Martínez C., Juan Pablo; Muenza Z., Victoria y Ruiz Sch., Rafael 2014. Nutrición y Fertilidad en Palto. Boletín INIA N° 283, 74 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Cruz, Chile.

Mayorga, M. Y. (2004). Audencia publica provincial Gualiva. Villeta.

Mejía Hernández, A. E. (2015, septiembre). Perspectivas del aguacate Hass en Colombia. 2015, pp. 477-480.

Mena-Volker, F 2004. Fenología del palto, su uso como base del manejo productivo. 2° Seminario Internacional de Paltos. 29 septiembre-1 octubre. Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile.

Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). El Centro Regional de Investigación (CRI) La Platina. 27-28 de septiembre de 2006. 20 p.

Ministerio de Agricultura 2017. <http://www.minagricultura.gov.co>

Montgomery, L. J. (sf). Planificación De Sistemas De Riego Y Almacenamiento De Agua. Perú.

Morales, J. 2005. tecnología-produce aguacate en Michoacán.

Muñoz, W. 2017. Componentes de sistema de riego localizado. Bogotá.: Universidad Nacional de Colombia.

Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadísticas. Gobernación de Cundinamarca (2015).

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) (2017). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales, perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante. Disponible en: [file:///C:/Users/Javier/Desktop/tablaa s%20aguacaate.pdf](file:///C:/Users/Javier/Desktop/tablaa%20aguacaate.pdf)

Ramírez, J. G., Castañeda, D. A., & Morales, J. G. 2014. Estudios etiológicos de la marchitez del aguacate en Antioquia-Colombia.

Rebolledo, R. A., Romero. M, A. 2011. Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana Mill.*) bajo condiciones subtropicales. Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria.pág. 113-120.

Rivera, L. M. (21 de Julio de 2015). Obtenido de <http://agroam.blogspot.com/>.

Rojas, M 2013. Producción de aguacate en Cundinamarca a partir del diseño de una cadena de valor viable y sostenible con mira a exportar. (Tesis de pregrado). Bogotá. Universidad Piloto de Colombia.

Romero, M, A. 2012. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea americana Mill.*) Variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima. Tesis Parcial, Facultad de – Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. pp.135.

Romo, M. A. 2018. Conceptos integrales de fertirriego en el cultivo de hortalizas. Bucaramanga, Santander. Colombia.

Ruiz, R 2006. Manejo del suelo y nutrición en suelos con problemas de aireación. Gobierno de Chile.

Siar. 2005. Fertirrigacion. Castilla, La Mancha. España.: Centro regional de estudios del agua, Universidad Castilla de la Mancha.

Silber A, israelí Y, Levi M, Keinan A, Shapira O, Chudi G, Golan A, Noy M, Levkovitch I, Assouline S. 2012. Response of 'Hass' avocado trees to irrigation management and root constraint. *AgricWater Manage.*104:95-103.

Tafur, Z. 2016. Guía de utilización de porcínaza en diferentes cultivos. Bogotá: PorkColombia- Fondo Nacional de la Porcicultura.

Tapia, L.M., Larios A., Salazar S. Anguiano J.2007.Efecto del clima y manejo de agua en el rendimiento y componentes del fruto de aguacate en Michoacán.

Tapia, I. m. 2005. consideraciones prácticas para el manejo del nutriirriego del aguacate en Michoacán. Michoacán.

Thorp, T. G.; Aspinall, D. and Sedgley, M. (1993). Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana Mill.*) cv. 'Hass'. *J. Hort. Sci.* 68:645-651.

Universidad del Rosario (2011). Proyecto de caracterización socioeconómica de (5) provincias de Cundinamarca: Bajo Magdalena, Magdalena Centro, Gualivá, Rionegro y Medina. Acuerdo Conciliatorio - Proceso 2009-1091 Gobernación de Cundinamarca - Universidad del Rosario. Bogotá. Marzo de 2011.

UPRA,2018. Zonificación de aptitud para cultivo comercial de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en Colombia. Bogotá, Colombia.

Vásquez G, Ríos G, Londoño Z & Torres C, 2015. Caracterización biofísica y socioeconómica del sistema de producción de aguacate cv. Hass en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.

Vélez., E. M. 2011. Aguacate (*Persea americana Mill*). Colombia: Bayer Crop Science.

Vélez-Sánchez, J. E., Camacho-Tamayo, J. H., & Álvarez-herrera, J. G. (2013, octubre). Evaluación de goteros utilizados en microirrigación en Colombia. 31/10/2013, 7(2), 186–200.

Villa, J. F., & Osorio Toro, C. 2016. Fertilización y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Aguacate. 28/05/2016, Corporación, 6/39.

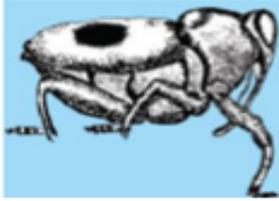
Whiley, A. W. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Agric. J. 114 (1): 29 – 36. 1988.

Wolstenholme, B.N. and A.W. Whiley. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. SA Avocado Growers' Assoc. Yrb. 12, 33-37.

Yabrudy, J. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de Maria, en el Caribe colombiano. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_171.pdf.

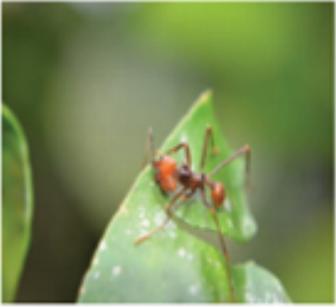
4.4 ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1. Principales Insectos Plagas del Aguacate (*Persea americana Mill*) Elaborada por el autor según datos (ICA,2012).

PLAGA	SINTOMAS	MANEJO	IMAGEN
<p>CUCARRÓN MARCEÑO (<i>Phyllophaga obsoleta Blanchard</i>)</p>	<p>Los adultos perforan las hojas y las flores, dejándolas rasgadas o esqueletizadas, también raspan la corteza de los frutos pequeños, haciendo unas heridas que se agrietan, a medida que el fruto crece. Aunque este último daño no afecta la pulpa del fruto, sí lo desmerita para la comercialización.</p>	<p>El manejo del cucarrón marceño debe ser preventivo. Se recomienda utilizar la trampa de luz ultravioleta, donde se cuenta con energía eléctrica o la trampa de mechón con ACPM.</p> <p>Control Biológico: Para ayudar al manejo de este insecto, se recomienda la aplicación de la bacteria (<i>Bacillus popilliae Dutky</i>) al suelo, la cual causa una enfermedad mortal a las larvas, conocida con el nombre de enfermedad lechosa.</p>	 
<p>BARRENADOR DE LAS RAMAS (<i>Copturomimus perseae Hust.</i>)</p>	<p>Los daños que ocasiona esta plaga, se distinguen fácilmente por la presencia de puntos de color blanco, de</p>	<p>Se debe vigilar constantemente la plantación, para detectar oportunamente la presencia de la plaga. Para verificarlo, se</p>	

	<p>consistencia polvosa, que se desprenden fácilmente, los cuales corresponden a secreciones de savia del árbol. Debajo de estas secreciones se pueden encontrar los estados inmaduros del insecto.</p> <p>deben raspar las áreas con exudaciones blancas y buscar dentro de ellas las larvas del insecto. Una vez detectada la plaga y su daño, se deben podar las ramas afectadas, picarlas y quemarlas. Después, se debe aplicar un cicatrizante en los cortes, que evite el ataque de hongos e insectos.</p> <p>Control Biológico: <i>(Urosigalphus avocadoae Gibson)</i> (Himenóptera: Braconidae).</p>	
<p>ÁCAROS O ARAÑITAS</p>	<p>Cuando hay ataques de ácaros de la familia Tetranychidae, se producen manchas de color café, amarillo o rosa pálido en el haz de las hojas. Estos ácaros se ubican en el envés de las hojas, debajo de pequeñas telarañas construidas de manera paralela a las nervaduras.</p> <p>Cuando la población de ácaros empieza a causar de formación de hojas y predominan condiciones de clima cálido y seco, se pueden usar fungicidas a base de azufre.</p> <p>Control Biológico: Aplicar acaro depredador <i>(Phytoseiulus persimilis)</i></p>	 

<p>AFIDOS O PULGONES</p>	<p>Cuando la población de áfidos es grande, se manifiestan síntomas típicos en el cultivo, como deformaciones de los brotes y decoloraciones que ocasionan retraso en el desarrollo de las plantas. Los áfidos suelen estar asociados con las hormigas, las cuales se alimentan de las secreciones azucaradas producidas por ellos; estas secreciones favorecen el desarrollo de la fumagina, un hongo que interfiere en el proceso de la fotosíntesis.</p>	<p>Para el manejo de áfidos pueden usarse soluciones jabonosas con base en nicotina o sulfato de nicotina o mediante el uso de insecticidas. Control Biológico: Aplicar coccinélidos como: (<i>Cycloneda sanguinea</i>) e (<i>Hippodamia convergens</i>).</p>		
<p>TRIPS, BICHOS CANDELA</p>	<p>En los frutos, el daño es de mayor importancia, ya que la superficie o cáscara del fruto se torna de color café y adquiere una consistencia áspera, con agrietamientos que reducen su valor comercial, siendo</p>	<p>Cuando se esperan épocas secas prolongadas, se recomienda tomar medidas preventivas de manejo, antes de que la población de trips se eleve. Para ello, después de la temporada de lluvias, lo cual</p>		

	<p>más grave el daño en frutos recién cuajados, en los cuales provoca atrofia y aborto de los mismos sin que haya producción. En frutos jóvenes causa deformaciones en la superficie del pericarpio, en forma de protuberancias o crestas.</p>	<p>coincide con el inicio de floración de los huertos. Control Biológico: Aplicar (<i>Orius laevigatus</i>).</p>	
<p>HORMIGA ARRIERA (<i>Atta spp.</i>)</p>	<p>Las hormigas arrieras hacen cortes del follaje provocando la defoliación total o parcial del árbol. Las plantas que atacan las arrieras cubren un gran número de especies, no sólo de las cultivadas sino las arvenses, de árboles de sombrío y forestales.</p>	<p>Control Biológico: La aplicación en forma de cebos, con avena en hojuelas y jugo de naranja, de hongos como <i>Beauveria</i>, <i>Metharizium</i>, <i>Trichoderma</i> y <i>Penicillium</i> han demostrado una buena efectividad reduciendo la actividad de las hormigas por 7 semanas a niveles mínimos de daño.</p>	
<p>PASADOR DEL FRUTO (<i>Stenoma catenifer</i> <i>Walsingham</i>)</p>	<p>La polilla de la semilla del aguacate, (<i>Stenoma catenifer</i>), es una plaga de importancia en el</p>	<p>Uso de controladores biológicos (Orjuela, 2011). Hoddle, 2011) reporta enemigos naturales</p>	

	<p>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).</p>	<p>como <i>Cotesia</i> (<i>Apanteles</i>) spp., <i>Dolichogenidea</i> sp., <i>Hypomicrogaster</i> sp., <i>Chelonus</i> sp., <i>Hymenochaonia</i> sp., <i>Trichogramma</i> sp. y <i>Macrocentrus</i> sp.</p>	
<p>BARRENADOR DE LAS RAMAS DEL AGUACATE <i>Copturomimus perseae</i> Hustache (Coleóptera: Curculionidae)</p>	<p>Esta plaga barrena el tronco y las ramas, las cuales se van secando hasta provocar la muerte del árbol; su daño se extiende Incluso hasta los frutos. Se han reportado pérdidas Cercanas al 85% en cultivos atacados por esta plaga. Se advierten puntos de color blanco, de consistencia.</p>	<p>Control Biológico: Se reporta la aplicación de hongos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i>) desde la instalación del huerto.</p>	
<p>PICUDO DEL AGUACATE <i>Compsus</i> sp. (Coleóptera: Curculionidae)</p>	<p>En estado de larva se alimenta de raicillas y pelos absorbentes; luego, de raíces más gruesas. La profundidad máxima a la cual se encuentran larvas y pupas depende de la textura del suelo.</p>	<p>Control Biológico: Aplicar entomopatógenos y parasitoides registrados para tal fin, siguiendo las indicaciones del asistente técnico.</p>	

<p>MOSCA DEL OVARIO <i>Bruggmanniella perseae</i> Gagné (Cecidomyiidae: Diptera)</p>	<p>La hembra de <i>B. perseae</i> inserta un solo huevo por flor, en el ovario. Posterior a la emergencia de la larva, esta se alimenta del tejido del ovario cerca al pedicelo. Mientras, el fruto se alarga tomando forma de "pepinillo", en su interior se observa una ampliación del espacio, donde se reconocen por la forma de pepinillo cuando apenas tiene una longitud aproximada de 1 cm.</p>	<p>Control Biológico: Se reporta la presencia de posibles parasitoides en condiciones de campo para <i>B. perseae</i>.</p>	
--	---	---	---

Anexo 2. Tabla 1. Principales Enfermedades del Aguacate (*Persea americana Mill*). Elaborada por el autor según datos (ICA,2012).

Enfermedad- Agente Causal	Signos y Síntomas	Manejo	IMAGEN
PUDRICIÓN DE LA RAÍZ (<i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands)	<p>Raíz: <i>Phytophthora cinnamomi</i> causa principalmente la pudrición en raíces en plantas de todas las edades y se desarrolla más rápido en suelos encharcados. Afecta las raíces más finas, las cuales se tornan de color café-negro y posteriormente mueren. Al examinar las raíces secundarias, presentan necrosis parcial</p>	<p>Erradicar plantas enfermas, retirarlas del cultivo, aislar y desinfectar el sitio cuando la presión de la enfermedad y los factores ambientales hayan causado una pérdida Económica importante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar riego adecuado y tener un buen sistema de drenaje. • Evitar establecer cultivos de aguacate en lotes que puedan estar infectados con el patógeno. • Evitar causar heridas al tallo y a las raíces. 	
MARCHITAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUACATE (<i>Verticillium albo atrum</i> Reinke and <i>Berthier</i>).	<p>Raíz: Los signos y síntomas que presenta la planta pueden confundirse con la pudrición de la raíz causada por <i>P.</i></p>	<p>Establecer el cultivo en lotes bien drenados, no encharcables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarizar el suelo previo a la siembra. 	

	<p><i>cinnamomi</i> (Bernal y Díaz, 2005); por eso, es importante que el diagnóstico se realice sobre un análisis de laboratorio (Agrios, 2005).</p> <p>Ramas y hojas: Se observa un marchitamiento generalizado café, posteriormente, los frutos caen y se presenta un paloteo o muerte descendente de algunas ramas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar material de siembra sano. • Evitar establecer cultivos de aguacate en lotes infectados (lotes que previamente hayan sido sembrados con cultivos susceptibles a este hongo como el tomate, la fresa, el lulo, la papa y la yuca). 
<p>ROÑA (<i>Sphaceloma perseae</i> Jenkins)</p>	<p>Fruto: se observan lesiones redondas o irregulares de color pardo o café claro, de apariencia corchosa, protuberantes, que pueden unirse y afectar gran parte del fruto. Con el agrietamiento de las áreas afectadas, se favorece el ingreso de otros organismos, afectando su valor comercial.</p> <p>Hojas: se observan lesiones en hojas y ramas pequeñas; en</p>	<p>Realizar podas sanitarias que faciliten la circulación del aire y la penetración de luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar estructuras afectadas y retirarlas del lote. • Monitorear y controlar oportunamente las poblaciones de trips, pues son quienes abren puertas de entrada al patógeno. 

	<p>casos severos lucen distorsionadas y con retraso en el crecimiento. Así mismo, se pueden observar manchas protuberantes de color castaño y variadas formas.</p>	
<p>MANCHA ANGULAR DEL FRUTO <i>(Cercospora purpurea Cooke)</i></p>	<p>Produce infecciones latentes en campo antes de la cosecha y únicamente se manifiesta en los frutos en la etapa de poscosecha. 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.</p> <p>Hojas y ramas: Se observan manchas individuales de color marrón a púrpura rodeadas de un halo amarillo, muy pequeñas</p>	<p>Usar densidades de siembra adecuadas, que permitan la penetración de luz y el flujo del aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar una fertilización balanceada. • Eliminar estructuras afectadas y retirarlas del lote. • Manejar adecuadamente insectos plaga y otras enfermedades que debilitan las plantas. • Realizar podas sanitarias y aplicar un sellante en los cortes realizados. 

Anexo 3. Encuesta referente al cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad Hass en algunos municipios del departamento de Cundinamarca (Secretaria de Agricultura Municipio de Pasca, 2018).

1. Ubicación del cultivo (Municipio, Nombre de la vereda).	San Pedro, El Zaque, Gúchipas, Lázaro Fonte, El Retiro, Zaldúa, San Pablo
2. Superficie total (hectáreas, fanegadas Sembradas).	25 hectáreas
3. Cuántas hectáreas, fanegadas se riegan	3 hectáreas
4. Procedencia del agua: subterránea (pozos, aljibes) o superficial (embalses, ríos).	Agua del Distrito de riego
5. Método de riego: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.	Goteo
6. Se implementa la técnica de fertirriego en el cultivo de aguacate Hass?	Si

Anexo 4. Respuesta de correo electrónico enviado a la Secretaria Desarrollo Social Municipio de Viotà.

Fwd: CONSULTA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN (NUMERO DE PRODUCTO...

----- Forwarded message -----

From: **marlenne paez** <agricola1viota@gmail.com>

Date: mié., 20 feb. 2019 a las 9:16

Subject: Re: CONSULTA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN (NUMERO DE PRODUCTORES, NUMERO DE HECTÁREAS SEMBRADAS) DE AGUACATE HASS EN SU MUNICIPIO.

To: desarrollosocial @viota-cundinamarca.gov.co <desarrollosocial@viota-cundinamarca.gov.co>

Buenos días, Dando respuesta a lo solicitado

El Municipio de Viotà es productor potencial de aguacate especialmente variedades como Lorena, Choquette, Santa Ana, Booth 8 que se hallan establecidos en la zona cafetera y se ha catalogado como segundo renglón de la economía de estas veredas productoras con alta producción y calidad de los frutos. En lo relacionado con el aguacate Hass, este se ha venido implementando en veredas como San Martín, Mogambo, El Roblal, Ceilan Alto especialmente en asocio con café, pero en la actualidad aun no se cuenta con un censo de hectáreas sembradas, toda vez que por el clima, apenas se inició proceso y no hay producción todavía.

Anexo 5. correos electrónicos enviados a diferentes UMATAS y Secretarías de Agricultura de varios municipios del Departamento de Cundinamarca.

← Responder | ▾ 🗑 Eliminar 📁 Archivo 📁 Mover a ▾ ... ↑ ↓ ✕

CONSULTA INFORMACIÓN DEL CULTIVO DE AGUACATE HASS EN SU MUNICI...

 pedro avilio vanegas padilla
Lun 25/02/2019 7:49 PM

Para: desarrolloagropecuario@elcolegio-cundinamarca.gov.co;
sadea@cachipay-cundinamarca.gov.co; umata@anolaima-cundinamarca.gov.co;
oficinagroperia@supata-cundinamarca.gov.co; umatasilvania@gmail.com;
umata@tibacuy-cundinamarca.gov.co; sec.desarrolloeconomicopandi@gmail.com;
secretariadeagricultura@pasca-cundinamarca.gov.co;
umatanbernardo2016@gmail.com; desarrollosocial@viota-cundinamarca.gov.co
⤴

 ENCUESTA REFERENTE AL CU...
23 KB

Buenas Tardes: Mi nombre es Pedro Avilio Vanegas Padilla, soy estudiante de 10 semestre de ingeniería agronómica de la UDECA sede Fusagasugá, estoy realizando mi trabajo de grado referente a la producción de aguacate Hass en el departamento de Cundinamarca quisiera saber si por favor me pueden facilitar información diligenciando la siguiente encuesta ...GRACIAS.