

Análisis del comportamiento morfológico de las variables altura y diámetro de tallo, en los sistemas de siembra mono cultivo y asocio, de las especies Aguacate (*Persea Americana*) variedad hass y Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), durante 12 meses, en el Municipio del Carmen de Viboral, departamento de Antioquía

Diego Alexander Gómez Herrera

UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA
Programa de Agronomía
CEAD MEDELLÍN
2020

Análisis del comportamiento morfológico de las variables altura y diámetro de tallo, en los sistemas de siembra mono cultivo y asocio, de las especies Aguacate (*Persea Americana*) variedad hass y Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), durante 12 meses, en el Municipio del Carmen de Viboral, departamento de Antioquía

Diego Alexander Gómez Herrera

Trabajo de Grado, presentado como requisito parcial para optar al título de Agrónomo

Asesora

Catalina Muñoz Monsalve

Ing. Agroindustrial, Esp. en Alimentación y Nutrición

UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Agronomía

CEAD MEDELLÍN

2020

Notas de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín,

DEDICATORIA

A Dios y María Santísima, quienes son mi mayor fortaleza para hacer todo en mi vida, así mismo a mi esposa Maribel Peña, por su amor y apoyo incondicional en mi formación como persona y profesional.

AGREDECIMIENTOS

A mis padres y familiares por estar siempre a mi lado dándome esa voz de esperanza y amor incondicional.

A la UNAD y al SENA, por facilitarme el camino hacia la consecución de mi formación como profesional a través de sus profesionales, quienes dedicaron su tiempo y conocimiento para que yo obtuviera una formación integral en todo el proceso.

A mi asesora Catalina Muños por su acompañamiento en la construcción de mi trabajo de grado.

En general a todas las personas y entidades que hicieron parte de mi proceso de formación profesional.

Tabla de Contenido

Resumen	11
Abstract	13
Introducción	15
Objetivos	17
Planteamiento Del Problema	18
Justificación	20
1. Marco Teórico	21
1.1 Cultivo de Aguacate: Variedad Hass.....	21
1.2 Cultivo del Tomate de Árbol.....	27
1.3 Agricultura Moderna: Monocultivos.....	31
1.4 Asociación de Cultivos.....	33
1.5 Estado del arte	43
1.6 Temperatura.....	53
1.7 Precipitación.....	54
1.8 Humedad	55
1.9 Requerimientos generales para el desarrollo adecuado de cultivos de aguacate y Tomate de Árbol.....	56
1.10 Requerimientos Nutricionales del Aguacate.....	58
1.10.1 Nitrógeno (N).....	59
1.10.1.1 Deficiencia de Nitrógeno.	60
1.10.2 Fósforo (P)	60
1.10.2.1 Deficiencia de Fosforo.	61
1.10.3 Potasio (K)	61
1.10.3.1 Deficiencia de Potasio.	62
1.10.4 Calcio (Ca).....	62
1.10.4.1 Deficiencia de Calcio.....	62
1.10.5 Magnesio (Mg).....	63
1.11 Requerimientos Nutricionales Tomate de Árbol.	63

2. Materiales y Métodos	65
2.1 Localización	65
2.2 Análisis de las características principales del Suelo	66
2.3 Profundidad efectiva.....	67
2.5 Fases del estudio	70
2.5.1 Primera fase	70
2.5.1.1 Material vegetal.....	70
2.5.1.2 Preparación del terreno.....	71
2.5.2 Segunda fase	83
2.5.3 Tercera fase	90
3. Resultados y Discusión	90
3.1 Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades y Arvenses:	91
3.2 Labores culturales:	93
3.3 Análisis estadístico	95
3.4 Análisis de resultados.....	96
3.5 Interpretación y análisis de resultados diámetro del tallo (estadística descriptiva).....	97
3.6 Interpretación cualitativa.....	98
3.7 Interpretación y análisis de resultados Altura del tallo (estadística descriptiva).....	101
3.8 Interpretación cualitativa.....	102
Conclusiones	104
Recomendaciones.....	105
Referencias	106

Lista de Tablas

Tabla 1. Nutrientes removidos por tonelada producida.....	59
Tabla 2. Plan de fertilización Tomate de Árbol.....	64
Tabla 3. Programa de MIPEA, Fertilización y Labores Culturales, año 2015.....	76
Tabla 4. Programa de MIPEA, Fertilización y Labores Culturales, año 2016.....	79
Tabla 5. Datos cultivo de Aguacate Asocio (Diámetro de tallo cm).....	83
Tabla 6. Datos cultivo de Aguacate en asocio (Altura del tallo cm).....	84
Tabla 7. Datos cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm)....	85
Tabla 8. Datos cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm).....	85
Tabla 9. Datos cultivo de Tomate de Árbol en asocio (Diámetro de tallo cm).....	86
Tabla 10. Datos cultivo de Tomate de Árbol en Asocio (Altura del tallo cm).....	87
Tabla 11. Datos cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm).....	88
Tabla 12. Datos cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm).....	88
Tabla 13. Interpretación de datos, Estadística descriptiva (Diámetro del tallo).....	96
Tabla 14. Interpretación de datos, Estadística descriptiva (Altura del tallo).....	100

Lista de Gráficas

Gráfico 1. Temperatura promedio Municipio Carmen de Viboral	54
Gráfico 2. Precipitación Municipio del Carmen de Viboral	55
Gráfico 3. Humedad Municipio del Carmen de Viboral	56
Gráfico 4. Estadística descriptiva (Diámetro del tallo).	98
Gráfico 5. Estadística descriptiva (Altura del tallo).	101

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Calicata	66
Ilustración 2. Estado inicial del terreno.	71
Ilustración 3. Sistema de siembra Asocio Aguacate y Tomate de Árbol.	72
Ilustración 4. Sistema de siembra Monocultivo Aguacate en cuadro.....	73
Ilustración 5. Sistema de siembra monocultivo Tomate de Árbol en Tresbolillo	73
Ilustración 6. Desinfección del sitio de siembra (Solarización).	74
Ilustración 7. Siembra material vegetal, Aguacate Hass y Tomate de Árbol respectivamente.	75
Ilustración 8. Daño de hojas en Tomate de Árbol, causado por Granizo.	92
Ilustración 9. Deshierbe y Manejo de Arvenses.	93
Ilustración 10. Tutorado Tomate de Árbol, semana 25.	94
Ilustración 11. Aguates y Tomate de Árbol, semana 26.....	95

Resumen

Los cultivos perennes y semi-perennes como son el aguacate y el tomate de árbol respectivamente, han tenido por tradición una gran influencia económica en diferentes regiones de Colombia, es por tal razón que el presente estudio busca analizar algunas de las variables más relevantes que se presentan a la hora de emplear sistemas alternativos de siembra como es el sistema en asocio, para esto se presenta un análisis estadístico con información tomada en campo, donde se realiza un comparativo con un sistema de siembra en mono cultivo.

Teniendo en cuenta que las variables analizadas pueden verse afectadas por otros factores importantes para el desarrollo vegetativo de las plantas, se realizó adicionalmente un estudio general de las condiciones agroecológicas de la región donde se hizo el estudio, así mismo como las condiciones generales de los suelos y sus características principales.

Otro de los aspectos que se tuvo en cuenta antes de realizar el estudio, y que quedo consignado en el contenido del presente documento, fueron los requerimientos nutricionales de las especies tratadas, principalmente en la primera etapa de desarrollo.

En este estudio se analizó el comportamiento de las variables altura y diámetro de tallo, de las especies Aguacate (*Persea Americana*) variedad hass y Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), comparando los sistemas de siembra en asocio y mono cultivo durante 12 meses. Se tomaron datos de 10 plantas por especie y sistema, finalmente con la información obtenida se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas en la primera etapa de desarrollo. Lo anterior da una amplia viabilidad en la implementación de

este tipo de sistemas alternativos, por los beneficios que traen al productor en eficiencia y uso del suelo.

Abstract

Perennial and semi-perennial crops such as avocado and tree tomato respectively, have traditionally had a great economic influence in different regions of Colombia, it is for this reason that this study seeks to analyze some of the most relevant variables that are present when using alternative sowing systems such as the associated system, for this a statistical analysis is presented with information taken in the field, where a comparison is made with a traditional sowing system or single crop.

Taking into account that the variables analyzed may be affected by other important factors for the vegetative development of the plants, a general study of the agroecological conditions of the region where the study was carried out was also carried out, as well as the general conditions of the soils. and its main characteristics.

Another aspect that was taken into account before carrying out the study, and which is consigned in the content of this document, was the nutritional requirements of the treated species, mainly in the first stage of development.

In this study, the behavior of the height and stem diameter variables of the Hass variety Avocado (*Persea Americana*) variedad hass y Tree tomato (*Solanum Betaceum*) species was analyzed, comparing the associated and mono cultivar sowing systems for 12 months. Data were taken from 10 plants per species and system, finally with the information obtained it was found that there are no statistically significant differences in the first stage of development. The foregoing gives broad viability in the implementation of this type of

alternative systems, due to the benefits they bring to the producer in terms of efficiency and land use.

Introducción

Durante décadas, aproximadamente desde los años ochenta y debido a la revolución industrial, el método para cultivar más usado por los grandes agricultores ha sido el monocultivo. Esta práctica es adecuada siempre y cuando se haga con la responsabilidad, el análisis y el cuidado correspondiente. Sin embargo, existen diversos métodos que podrían ser mucho más productivos, eficientes y viables en países como Colombia, el cual se encuentra en un lugar privilegiado dentro de la zona ecuatorial, dadas las condiciones climáticas como la precipitación, luminosidad, la temperatura, entre otros componentes. Estos factores permiten que sistemas multiestrata y/o cultivos en asocio y demás, puedan aprovechar mucho mejor el suelo y el espacio con el que se cuenta para el establecimiento del sistema, potencializando la rentabilidad del mismo.

Por lo anterior, la agronomía se ha puesto en la tarea de repensar los métodos que se utilizan para la siembra y la cosecha, desde una consciencia que demuestre viabilidad económica, al mismo tiempo que respete la bio-diversidad y los procesos naturales que los ecosistemas necesitan para regenerarse y producir. En esta búsqueda, se volcó la mirada sobre métodos que existían desde hacía muchos siglos y que eran implementados por comunidades indígenas, y que también han sido aplicados por campesinos y pequeños productores en la actualidad.

Uno de estos métodos es el de la asociación de cultivos, también denominados policultivos o cultivos en asocio, en los que se realiza una siembra conjunta de dos o más variedades de plantas que comparten ciertas características en su morfología, tiempo de fertilización o proceso de crecimiento, con el fin de que se obtengan interacciones

biológicas, químicas y físicas entre las especies, así como beneficios y soluciones naturales a las problemáticas más comunes en el proceso de siembra como las malezas, las plagas y enfermedades, entre otras.

A continuación, se presenta el análisis comparativo entre dos sistemas de siembra uno de ellos es el monocultivo y otro es el asociado, las especies tratadas son Aguacate (*Persea Americana*) variedad Hass y Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), las variables que serán estudiadas son el diámetro y la altura del tallo, mediante la recolección de datos en campo de cada especie y sistema.

Finalmente presentamos la información obtenida en campo y el análisis estadístico de los resultados, el cual permitirá evaluar y definir si existen diferencias significativas entre estos dos sistemas de siembra y que sirvan como insumo para el establecimiento de estos cultivos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar del comportamiento morfológico de las variables altura y diámetro de tallo, en los sistemas de siembra mono cultivo y asocio, de las especies Aguacate (*Persea Americana*) variedad hass y Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), durante 12 meses, en el Municipio del Carmen de Viboral, departamento de Antioquía.

Objetivos específicos

- Establecer un cultivo de Aguacate Has (*Persea Americana*), en asocio con un cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*).
- Registrar el comportamiento morfológico de las dos especies cultivadas en asocio y monocultivo, en las variables altura y diámetro de tallo durante 12 meses, teniendo en cuenta las labores agronómicas que requieren ambos sistemas.
- Analizar si existen diferencias significativas entre los datos registrados para ambos sistemas de siembra.

Planteamiento Del Problema

La investigación en el campo de la agricultura se ha enfocado en el desarrollo de tecnologías para la producción óptima de monocultivos mediante la implementación de elementos como fertilizantes, herbicidas, insecticidas, alteraciones genéticas, etc. Se conoce como Monocultivo a la práctica de plantar grandes extensiones de tierra con cultivos de una sola especie, aplicando los mismos patrones de cultivo, riego, fertilización y recolección; lo que deriva en la producción de grandes cantidades de un solo producto a muy bajo costo (Carrasco et al., 2012).

El aumento de la población mundial y el crecimiento de la economía capitalista requieren suplir al mercado de productos agrícolas, por lo que es indispensable encontrar métodos que permitan la producción a gran escala y al mismo tiempo que sea rentable. Por estas razones, y aprovechando el creciente desarrollo industrial, el monocultivo es la alternativa más viable económicamente.

Sin embargo, esta práctica afecta a los ecosistemas que la rodean, al ser necesarias grandes extensiones de tierra se deben eliminar todo tipo de ecosistemas y hábitats para dar paso a una sola especie de cultivos. Esto a su vez, proporciona alimento a otras especies, pero al no haber diversidad, estas especies que se alimentan de un solo tipo de planta, pueden convertirse fácilmente en plagas. Así mismo, el proceso de cosecha y cultivo constante, no permite que el suelo recupere los nutrientes para permitir más siembra, lo que deriva en un desgaste vertiginoso de la fertilidad del suelo y erosión. La contaminación química junto con la práctica de los monocultivos ha causado una reducción de los agro-ecosistemas por

la inestabilidad de los terrenos a causa de la infertilidad y la erosión de los suelos (Carrasco et al., 2012).

Por lo anterior surge la necesidad de implementar estrategias que permitan mitigar el impacto de estas prácticas, buscando alternativas sostenibles económicamente y ambientalmente, investigaciones recientes descubren los beneficios económicos de la asociación de cultivos, los cuales resultan propicios, para mejorar la situación ecológica actual, en la que grandes terrenos han perdido la posibilidad de siembra porque el suelo es infértil, demasiado ácido o está plagado de productos químicos. El cultivo en asocio, por el contrario, brinda condiciones biológicas y químicas a los suelos que permiten que se regeneren y continúen siendo fértiles (Gómez & Zavaleta, 2001).

Las plantas que se escogen para el policultivo no poseen siempre las mismas características, algunas tienen cultivos anuales, otras de menor tiempo. Las siembras pueden darse en momentos diferentes, se pueden sembrar conjuntas desde el comienzo del cultivo o insertarse variedades en momentos específicos después de meses o años, también después de periodos de tiempo se puede prescindir de algún cultivo (Liebman, 1997). Las ventajas de los cultivos asociados, no se deben únicamente a la posibilidad de prescindir de insumos químicos, sino que además estos sistemas ayudan a mejorar la productividad de la tierra, la mantienen fértil y apta para el cultivo.

Justificación

Este estudio surge como un punto de partida para analizar algunas de las variables más evidentes al momento de emplear sistemas de producción alternativos, como la asociación de cultivos, ya que, si bien son un poco más amigables con el medio ambiente y el uso eficiente de los recursos, más precisamente el uso del suelo, puede también ser un factor negativo y determinante en el desarrollo vegetativo y la productividad de las plantas.

La presente investigación se enfocará en estudiar y analizar el comportamiento y el desarrollo de dos especies agrícolas importantes en Colombia, como son el Aguacate Hass (*Persea Americana*) y el Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*), haciendo un comparativo entre los sistemas de siembra en asocio y mono cultivo, mediante la toma de muestras de las variables diámetro y altura del tallo.

Hasta el momento se ha hecho muy poca investigación en la región frente a los diversos métodos de producción agrícola posibles para mejorar las condiciones de estos dos cultivos, de los cuales se puede sacar un mayor rendimiento y al mismo tiempo hacer un uso eficiente y adecuado del suelo.

Así, el presente trabajo permitiría analizar la viabilidad del sistema de siembra en asocio y el comportamiento de las plantas en ambos sistemas, bajo unas condiciones climáticas similares.

1. Marco Teórico

1.1 Cultivo de Aguacate: Variedad Hass

El aguacate, un fruto de origen centroamericano, se remonta a una antigüedad de diez mil años aproximadamente. Su cultivo se fue expandiendo hasta la zona suramericana y, después de la colonización, fue llevado fuera del continente americano a la par de otros alimentos que fueron descubiertos por los españoles en sus expediciones como el maíz, el cacao y otras frutas de carácter tropical. La popularidad que ha adquirido en los últimos años alrededor del mundo se debe a su sabor, a su versatilidad y a un nivel nutritivo muy alto (Alfonso, 2008).

Existen diversas especies de aguacate. Su variedad depende, principalmente, del clima y el nivel de altura en el que se cultiva. Los frutos cambian en tamaño, color, tipo de cáscara, magnitud del hueso y cantidad de grasa de la pulpa. También varía el tamaño y olor de las hojas, además de la flor. Las características distintivas tienen que ver, a su vez, con la época de floración y de recolección (Alfonso, 2008).

CLASE	Dicotiledoneae
SUBCLASE	Dialipétala
ORDEN	Ranales
FAMILIA	Lauraceae
GÉNERO	<i>Persea</i>
ESPECIE	<i>americana</i>

Tomado de León, Viteri & Ceballos, 2004, p. 2

Respecto a la descripción botánica del aguacate es prudente referirse a seis elementos principales que menciona Alfonso (2008): El primero son las raíces, que generalmente son cortas y débiles. Suelen alcanzar la profundidad de metro y medio, pero en algunos terrenos un poco más. La absorción de nutrientes y del agua se realiza en las puntas de las raíces y, por esta razón, el aguacate es una planta susceptible al ataque de hongos y a la asfixia. El segundo elemento es el tallo que en el aguacate suele crecer hasta doce metros, pero en algunos árboles crece aún más. El tronco es recto y el tejido leñoso, las ramas son delgadas y sensibles a las temperaturas muy elevadas o muy bajas.

El tercer elemento es la hoja de forma alargada y elíptica. El cuarto elemento son las flores que son hermafroditas, los órganos masculinos y femeninos entran en funcionamiento en diversas fases del cultivo con el fin de evitar la autofecundación, pero muy pocas flores llegan a convertirse en frutos. El quinto elemento son los frutos, que tiene forma ovalada o circular y una superficie que puede ser lisa o rugosa. El color cambia entre verde, violeta y negro dependiendo de la variedad que se cultive y de la maduración. El sexto elemento y el último es la semilla que, dependiendo de la clase de aguacate, puede ser gruesa o delgada (Alfonso, 2008).

Las condiciones climáticas en las que se dan los cultivos del aguacate dependen de la variedad que se escoja cultivar. Así, las temperaturas diurnas más propicias son de 25°C y las nocturnas entre 15°C y 20°C. Las temperaturas muy altas causan serios problemas en el proceso de fecundación. En el caso del aguacate Hass, también las temperaturas muy bajas podrían alargar el proceso del cultivo (Alfonso, 2008).

Es importante realizar podas constantes para controlar la densidad de las plantas porque si hay mucha sombra, las ramas se vuelven improductivas. La luz solar es

beneficiosa para el cultivo, pero el tallo no puede exponerse demasiado. La humedad debe encontrarse entre el 70% y el 80%, si se supera este porcentaje pueden aparecer enfermedades por hongos, por el contrario, si no hay humedad suficiente, el polen muere y no hay fecundación, lo que produce una cantidad reducida de frutos (Alfonso, 2008). La variedad del aguacate Hass debe ser cultivada en alturas que oscilen entre los 1,500 y los 2,500 MSNM Aunque el aguacate se adapta a varios tipos de suelo, es recomendable que el cultivo se haga en suelos de textura media, con un pH ligeramente ácido con el fin de ayudarle a la planta a una exitosa absorción de los nutrientes.

Por otra parte, dependiendo del tipo de aguacate y cultivo, se obtienen diferentes nutrientes de la pulpa ya sea en fresco o preparado culinariamente con otros alimentos. Sin embargo, Ortega (2003) menciona que consumiendo directamente la fruta se garantiza una ingesta de vitaminas y proteínas que podrían perderse en el procesamiento industrial o en la simple práctica de cocinarlo.

El aguacate aporta la mayoría de vitaminas que son necesarias para el organismo y se destaca por potencializar el antioxidante que está presente en las vitaminas E. Además, posee liposolubles que no tienen colesterol y que poseen un porcentaje muy bajo de ácidos grasos saturados. Los triglicéridos que tiene no son grasos, sino que en temperatura ambiente se mantienen líquidos lo que los sitúa dentro de los aceites (Ortega, 2003).

Ahora bien, en el caso puntual del aguacate de Hass, que es la variedad más comercializada en el mundo, el fruto es auto-fértil, de tamaño mediano, entre forma ovalada y de pera, con piel gruesa que madura se vuelve morada y que llega a pesar entre 150 a 300 gramos. Permanece sin sufrir alteraciones en el árbol durante largos periodos de tiempo y su producción se da entre octubre y febrero. La pulpa no posee fibra y tiene un sabor

delicioso, lo que lo hace muy atractivo culinariamente. Además, es fácil de pelar y la semilla suele ser pequeña en comparación con la pulpa. Este tipo de variedad es muy productiva y por hectárea de cultivo se pueden obtener hasta 16 toneladas con un sistema de riego localizado. Se puede plantar en combinación con la variedad Fuerte con el fin de que sean polinizadores mutuos ya que cada uno pertenece a diferentes grupos florales (Alfonso, 2008).

El cultivo del aguacate, como cualquier otro cultivo, también puede ser atacado por plagas que, si no se tratan a tiempo, afectan la calidad de los frutos y se traducen en pérdidas de la producción. Aparecen insectos como los trips que succionan la savia inhibiendo la fecundación de las flores, también están ácaros que atacan las hojas y, posteriormente, las flores y los frutos que están recién formándose. Otros, como los barrenadores, perforan el tallo y las ramas obligando a la planta a tirar la flor, algunas de estas larvas crecen dentro de los frutos en desarrollo (Alfonso, 2008). También la planta puede ser atacada por gusanos, mosquitos, cochinillas y otros tipos de plagas. Por lo anterior, es importante que se realice constantemente un control de plagas y que se verifique que la planta está creciendo en condiciones óptimas que le permitan dar frutos de buena calidad.

Alfonso (2008) afirma que entre los pasos a seguir para mantener libre de plagas el cultivo es necesario realizar podas constantes que liberen de malezas y también de ramas innecesarias al árbol, recoger los frutos que estén caídos para evitar la presencia de insectos, identificar las especies que son benéficas para el cultivo y, si es necesario, recurrir al control químico con el fin de arrancar de raíz los problemas de plagas.

También, el árbol puede ser presa de enfermedades que, al igual que las plagas, sino se tratan a tiempo pueden ser catastróficas para el cultivo y los resultados de la producción. Es importante que se esté en constante monitoreo del árbol, procurando que todas las ramas, tallos y hojas posean el mismo color, tamaños similares y se encuentren igual de frondosos. Así, si el follaje de algún árbol presenta un color distinto al de otros o las hojas están marchitas e incluso se caen en gran cantidad, se podría pensar que la raíz se está pudriendo. Este daño se puede dar por organismos que prevalecen en el suelo como algunos tipos de *Phytophthora sp*, *Rosellinia sp* o *Dothiorella sp* que el agricultor no puede ver. Por lo tanto, es importante que el terreno donde se va a cultivar sea desinfectado antes de la cosecha (Alfonso, 2008).

Después de la cosecha, el fruto también exige ciertos cuidados. Entre estos se encuentra un pre-enfriamiento que se hace con el objetivo de retrasar el proceso de maduración y condicionar el fruto a la conservación en temperaturas bajas. En el proceso de empaque, los frutos deben ser seleccionados y lavados con soluciones fungicidas que prevengan las enfermedades y el daño prematuro. La cadena de frío es importante para la preservación del fruto, pero no debe superar temperaturas menores a los 2 grados centígrados (Alfonso, 2008).

Es importante, apunta Ureña (2011), la elección del terreno correcto. El agricultor debe investigar el uso que se le ha dado al terreno anteriormente con el fin de establecer si la tierra tiene problemas porque ha sido expuesto a contaminantes químicos, físicos o biológicos. Debido a que el aguacate, en su mayoría, es un fruto que se come fresco, el cultivo debe garantizar que el terreno en el que crece no esté plagado de agentes perjudiciales para la salud.

Ureña (2011) además afirma que el recurso hídrico y la distribución del riego es indispensable para el crecimiento de la planta y que el agricultor debe velar por la conservación de este recurso como parte de las buenas prácticas agrícolas para que durante el proceso de cultivo el agua no se contamine. También, debe encontrar un suelo propicio para sembrar que cumpla con los requerimientos mínimos, un suelo con un contenido de arcilla mayor al 35% no es recomendable para la planta de aguacate porque puede acarrear problemas de raíz.

El agua debe ser analizada por lo menos una vez el año con el fin de determinar si posee organismos microbiológicos perjudiciales o tiene residuos de metales pesados. En caso de que existieran peligros, los análisis deben realizarse con mucha más frecuencia. El sistema de almacenamiento del agua, en caso de que la finca no cuente con fuentes propias, se puede recolectar agua de lluvia, pero siempre teniendo precaución de que no esté contaminada y que no se convierta en un foco de zancudos o de otros insectos (Ureña, 2011).

Por otra parte, la canalización del agua en los terrenos adecuados ayuda a que se conserve el suelo, lo que es fundamental para cultivos futuros. Mediante un sistema de desagües de ladera, como los menciona Ureña (2011), se contribuye al cultivo con la creación de una barrera para partículas de materia orgánica que pueden provenir del suelo. Los canales deben hacerse con una inclinación del 0,5 al 1,5% con materiales orgánicos como la caña de azúcar o el zacate de limón. Los desagües tienen el objetivo de recoger el agua de lluvia que circula sobre la superficie del terreno y filtrar parte de esta agua para mantener la humedad del terreno propicia.

1.2 Cultivo del Tomate de Árbol

El tomate de árbol es originario de la zona tropical de América, más puntualmente de la zona de América del sur. A pesar de que se sostenía la idea de que esta especie era nativa de la región andina, estudios más recientes afirman que el cultivo del tomate de árbol proviene de regiones bolivianas. La descripción botánica de éste árbol responde a una raíz que alcanza profundidades hasta de un metro, pero la mayor concentración de raíces se da hasta los cincuenta centímetros en un suelo franco arenoso o arcilloso. Las hojas tienen forma de corazón y en el tallo principal alcanzan hasta los 40 centímetros, mientras que las hojas en ramas secundarias y demás ramas llegan a los 20 centímetros. El color depende del genotipo que se cultive, pero puede variar entre verde y anaranjado. (León, Viteri & Cevallos, 2004).

CLASE	Dicotiledóneas
SUBCLASE	Metaclamideas
ORDEN	Tubiflorales
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	<i>Solanum</i> (<i>Cyphomandra</i>)
ESPECIE	<i>Solanum betaceum</i> Cav. (<i>Cyphomandra betacea</i> Send)

Tomado de León, Viteri & Cevallos, 2004, p. 2

La polinización de las flores es autógena, pero debido a que las flores abiertas son visitadas por las abejas, también se da una polinización alógama o cruzada entre ambos tipos, son de color rosado. El fruto posee una forma ovalada generalmente, pero también

puede ser esférico. En algunos cultivos termina en punta, en otros es totalmente redondeado. La piel suele ser lisa y brillante y el color varía dependiendo de la madurez y el genotipo. La pulpa es anaranjada con un sabor agridulce, en los injertos tipo mora es más dulce. Con respecto a las semillas, el tamaño es pequeño de hasta cuatro milímetros de largo, blancas cuando están tierna y anaranjadas, rojizas o incluso moradas cuando llegan a la madurez, una fruta llega a tener entre 200 y 300 unidades de semillas (León, 2002).

El tomate de árbol suele cultivarse en valles subtropicales que comprenden desde los 1000 msnm hasta los 3000 msnm en una temperatura que oscila entre 8°C hasta 26°C. La planta comienza a dar frutos, bajo estas condiciones, a partir de los diez o doce meses. Si las temperaturas son muy altas, el crecimiento será excesivo y aparecerán enfermedades que afectan la calidad de los frutos. Si las temperaturas son muy bajas, hay un retardo en el crecimiento y la cosecha se retrasa, produciéndose daños físicos y un desfolio de hojas y flores (León, Viteri & Cevallos, 2004).

La humedad con la que debe cultivarse se encuentra entre un 60% y 80%, mientras que las precipitaciones deben estar dentro de un rango de 500 a 1000 mm al año. Precipitaciones mayores a estas pueden causar en el cultivo problemas de asfixia por encharcamiento que conduce a la planta a la caída de hojas y flores. Si, por el contrario, el lugar de cultivo es muy seco, aparecen ataques de plagas como pulgones, chinches y moscas. Por otra parte, es necesario establecer rompe-vientos puesto que vientos muy fuertes pueden afectar la planta, provocando el destrozo de hojas y ramas y, por consiguiente, la caída de las flores y de los frutos (Viera, 2002).

Con respecto a las condiciones del suelo es recomendable que el cultivo se realice en suelos entre franco arenoso a franco arcilloso con un pH de ácido a neutro. Es necesario

analizar los componentes del suelo con el fin de establecer qué elementos hacen falta para que el cultivo tenga una respuesta favorable. Los nutrientes que aparecen en el suelo son, entre otros, el nitrógeno, el potasio, el azufre, el fósforo, el calcio, el magnesio, etc. En resumen:

“De acuerdo al desarrollo y mayor capacidad exploratoria de las raíces del tomate de árbol, se recomienda los suelos de textura franco, con pH ligeramente ácido a neutro (6 -7) para mejorar la disposición de los nutrientes, con buen contenido de materia orgánica (4 – 5 %) para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y mediana profundidad (50 cm o más)”. (León, Viteri & Cevallos, 2004, p. 6).

La reproducción del tomate de árbol suele darse por vía sexual mediante la propagación de las semillas, pero últimamente ha surgido un interés de reproducción mediante injertos. León (2002) señala que para obtener frutos de la más alta calidad mediante una reproducción sexual tradicional deben seleccionarse árboles vigorosos, libres de plagas y enfermedades que ya se destaquen por su alta productividad y por dar frutos bien formados, de tamaños regulares, colores uniformes y una óptima maduración, con el fin de que el porcentaje de la germinación sea alto.

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, es importante conocer los niveles de nutrientes con los que el suelo del cultivo cuenta puesto que la aplicación caprichosa de fertilizantes podría causar problemas de deficiencias o de excesos en los macro y micronutrientes que se necesita la planta. Por ejemplo, si existe una deficiencia de nitrógeno habrá una disminución en el desarrollo de la parte aérea, un desarrollo de raíces que se da más en longitud que en volumen y una serie de problemas que conllevan a la

inevitable muerte de la planta. Si la deficiencia es de fósforo, el tejido de la planta se volverá necroso y avanzará desde la base hasta las hojas. Cuando falta potasio hay una reducción del crecimiento radicular del árbol y si el calcio es el que falta hay una reducción muy grande del desarrollo de toda la planta, lo que la conlleva a la muerte. Así, la deficiencia en alguno de los nutrientes trae consigo unas patologías específicas en la planta que, de no ser tratadas a tiempo, conducirán a una pérdida no solo de la cosecha, sino también de los árboles (León, Viteri & Cevallos, 2004).

El control de malezas del tomate de árbol dependerá del tamaño de la superficie cultivada. Si el cultivo es pequeño, el control se puede realizar manualmente mediante el uso de rastrillos realizando un rascadillo superficial que no afecte las raíces que se encuentran a 25 centímetros de profundidad, además, es prudente realizar el corte de la maleza cuando tengan poco tiempo de crecimiento. Cuando los frutos del árbol comiencen a crecer es necesario realizar un amarre que soporte las ramas secundarias con el fin de prevenir desgajes o roturas con retazos de telas. En la recolección se recomienda el uso de tijeras de podar para que el fruto mantenga el pedúnculo, esto le permitirá una mejor conservación. Se debe manipular con cuidado para evitar golpes que podrían entorpecer el fruto (León, Viteri & Cevallos, 2004).

Por último, León, Viteri y Ceballos (2004) recomiendan para la asociación del tomate de árbol con otros cultivos que se haga en los primeros meses de crecimiento porque después del octavo mes las copas de los árboles se cierran e impiden el paso de la luz solar a las plantaciones. Así mismo, deben sembrarse en surcos separados con un metro de distancia para evitar daños en las raíces superficiales del tomate al momento de realizar las labores de cultivo y la cosecha.

1.3 Agricultura Moderna: Monocultivos

Este tipo de práctica agrícola está sometida al paradigma industrial en el que todas las esferas de consumo se encuentran actualmente. El uso de combustibles fósiles (petróleo) tiene grandes impactos en los ecosistemas como la desmedida deforestación, la erosión del suelo, la contaminación de fuentes hídricas y la pérdida de la biodiversidad. Pero este paradigma agroindustrial no solo conlleva daños ecológicos, también hace parte de una estructura que trae consigo daños sociales y empuja a la migración de las personas que se encuentran en zonas rurales a una vida urbana, violentando al campesinado (Carrasco, Sánchez & Tamagno, 2012).

El modelo agrícola actual, resultado del modelo capitalista del consumismo que apareció en el siglo XIX, trae consigo bienestar y numerosas cantidades de dinero para unos pocos, mientras que genera pobreza y exclusión para la mayoría, generando desigualdad para quienes han dedicado su vida al cultivo manual y al campo, además de las afectaciones al medio ambiente que ya fueron mencionadas. A partir de los años noventa, además de la explotación del suelo que ya se estaba dando, entraron al escenario del cultivo grandes industrias que producían semillas transgénicas y también que producían insumos químicos para el control de plagas, enfermedades y fertilización del suelo (Carrasco, Sánchez & Tamagno, 2012).

Carrasco, Sánchez y Tamagno (2012) señalan que este cambio tecnológico causó grandes transformaciones en la estructura agraria. La tecnología incorporada es intensiva en capital y por representar el cultivo una economía de escala, en la cual disminuyen los costos unitarios a medida que se aumenta la producción, demandó superficies cultivables de

mayor tamaño que las tradicionales. Sus consecuencias han sido diferentes según la región del país y el tipo de productores involucrados (p. 17).

Debido a lo anterior y por las altas demandas que las industrias comenzaron a exigir para el procesamiento de alimentos las pequeñas y medianas empresas se quedaron sin oportunidades, además del empobrecimiento de la mano de obra de pequeños y medianos productores de cultivos a quienes se les comenzó a pagar una miseria por su trabajo. El cambio abrupto de los paisajes y la improductividad del suelo en las grandes parcelas donde se realizaba el proceso del monocultivo comenzó a preocupar a campesinos, centros de acopio y ecologistas (Carrasco et al., 2012).

El elevado uso de químicos para el control de plagas y de sintéticos que “milagrosamente” devolvían la fertilidad al suelo, trajo consecuencias devastadoras. Miles de hectáreas de cultivo pasaron a ser inservibles por la acidez del suelo y por la falta de nutrientes. Sumado a esto, terrenos enteros en los que existían ecosistemas complejos de especies vegetales y animales fueron erradicados para la plantación de monocultivos de diversas variedades, por ejemplo, de soja. Muchas de estas pérdidas de la biodiversidad resultan irreversibles (Carrasco et al., 2012).

Por otra parte, el uso de herbicidas químicos en los monocultivos como el glifosato tiene graves consecuencias en la salud humana. Se asocian al uso de este producto patologías como el cáncer, problemas dermatológicos, alergias e, incluso, abortos espontáneos, lo que ha conllevado a varios Estados a prohibir su implementación. También los ecosistemas sufren consecuencias incalculables puesto que estos químicos modifican la composición y estructura de la vegetación, llevando a las funciones ecosistémicas de

herbívora, simbiosis, parasitismo y depredación, entre otras, a una alteración y empobrecimiento muy preocupante (Carrasco et al., 2012).

El sistema actual exige que las tasas de producción sean lo más altas posibles, pero en un periodo de tiempo muy corto. Sin embargo, aunque estos métodos mostraron resultados prometedores a corto plazo, hoy en día las consecuencias comienzan a ser cada vez más evidentes y preocupantes. A pesar de que el sistema agrícola puede ser rentable cuando los costos de la industrialización y de los insumos de la energía fósil son bajos, es ineficiente si se analiza en cuanto a la relación entre la energía que produce el sistema y aquella que el hombre aporta. Esta razón de eficiencia energética, al igual que lo demás, se encuentra en declive y significa que el fin del proceso agrícola industrial está cerca (Carrasco et al., 2012).

Aunque los sistemas agrícolas modernos de monocultivos se pueden sustentar económicamente, son insustentables ecológicamente por las razones antes expuestas. Por lo mismo, es imperativo que el sistema de agricultura actual se modifique y comience a implementar estrategias que le permitan producir a gran escala para cubrir las necesidades de una población que es cada vez más numerosa, pero sin la necesidad de alterar los procesos físicos, químicos y biológicos de los ecosistemas que, al final, son las únicas fuentes de donde se puede obtener lo necesario para la supervivencia: agua, aire, alimentos y materias primas (Carrasco et al., 2012).

1.4 Asociación de Cultivos

La asociación de cultivos es una de las maneras de mejorar y optimizar la producción de frutas, verduras, legumbres y demás productos. Ya en el año 1983 Susana

García & Jeremy Davis mostraron interés por este tema en un artículo titulado “Principios básicos de la asociación de cultivos”. En dicho artículo, García & Davis (1983) ponen de manifiesto que la práctica de asociación de cultivos posee un contexto histórico tan antiguo como la agricultura misma. El inicio de los sistemas de cultivo campesino que se enmarcan dentro de esta práctica tiene sus raíces en las prácticas indígenas milenarias.

Sin embargo, la investigación en el campo de la agricultura se ha enfocado en el desarrollo de tecnologías para la producción óptima de monocultivos mediante la implementación de elementos como fertilizantes, herbicidas, insecticidas, alteraciones genéticas, etc. No obstante, muchos de los beneficios que se obtienen de estas tecnologías, pueden obtenerse de la aplicación de la asociación de cultivos. Sistema que, señalan García & Davis (1983), contribuye con el mejoramiento de las condiciones de vida y de producción de los campesinos.

La asociación de cultivos se define como un sistema en el que dos o más tipos de cultivos se siembran dentro de un espacio en una distancia próxima con el fin de que cada uno de los cultivos sea afectado por las competencias de los demás. La característica más importante que suscita este sistema es que cualquier variación en alguno de los factores que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de algún cultivo, podría significar una ventaja para los demás (García & Davis, 1983). Por otra parte, además de los beneficios que pueden resultar entre cultivos debido a la disminución de riesgos, el beneficio económico es mucho mejor en comparación con los monocultivos, porque el agricultor protege la siembra y obtiene mayor variedad.

Existen unos principios fundamentales para cultivar mediante el asocio. El agricultor debe tener en cuenta factores de carácter fisiológico, genético, entomológico,

agronómico, económico y hasta nutricional con el fin de sacar el mayor provecho posible a los recursos disponibles durante los ciclos de cada cultivo atendiendo a aspectos básicos como la luz, el agua, el dióxido de carbono, los nutrientes con los que debe contar el suelo, la temperatura de la zona y la altura del terreno. Estos sistemas, dependiendo de lo que se cultive, permiten que haya cierta protección para las plantas de enfermedades o del ataque de ciertas especies de insectos, y también le permiten al agricultor un aprovechamiento máximo del terreno y la conservación del suelo. Sumado a lo anterior, la poca inversión económica en insumos para combatir plagas o para fertilizar el suelo (García & Davis, 1983).

Existe, entonces, la necesidad de buscar estrategias de cultivo que se alejen de las estrategias basadas en el uso de productos físicos para controlar las enfermedades de las plantas debido a que este tipo de métodos, además de incrementar los costos de producción, significa la contaminación del suelo y del agua, empobreciendo los recursos. Gómez & Zavaleta (2001) afirman que la asociación de cultivos es una práctica alternativa que mejora el uso de recursos, promueve la diversidad de cultivos, disminuye el riesgo de la pérdida de cosechas y ayuda a controlar las plagas y las enfermedades que aparecen en el proceso agrícola.

La contaminación química junto con la práctica de los monocultivos ha causado una reducción de los agro-ecosistemas por la inestabilidad de los terrenos a causa de la infertilidad y la erosión de los suelos. Lo anterior, sumado a los problemas de salud pública que surgen del uso de los químicos, ha obligado a los agricultores a retornar a prácticas que eran usadas antes del auge industrial. La asociación de cultivos se inscribe dentro de estos

métodos porque permite, de forma natural, sacar adelante las cosechas (Gómez & Zavaleta, 2001).

La protección contra enfermedades que deviene de la práctica del cultivo en asocio se debe a los retrasos que ocurren en el ataque de los patógenos, la modificación de los microclimas por el sombreado, la reducción del esparcimiento de esporas por barreras físicas y las diferencias entre especies en la absorción de nutrientes. Además, con respecto a la fisiología de las plantas, las autoras afirman que:

La asociación de cultivos involucra un efecto de sombreado que puede impactar al proceso de fotosíntesis. La incidencia de la radiación es afectada por las condiciones atmosféricas, por el índice de área foliar (área foliar por área unitaria de terreno), edad de la planta, y estructura e inclinación o distribución de las hojas. (Gómez & Zavaleta, 2001, p. 95).

Sin embargo, debido a la alta demanda de los alimentos y a la cantidad de producción necesarios para suplir el nivel de consumo actual, además de la industrialización de la manera de cultivar mediante químicos y grandes extensiones de suelo, la asociación de cultivos resulta más viable en terrenos pequeños de agricultores que no realizan producciones en masa.

También es importante resaltar que, además de los beneficios económicos, la asociación de cultivos resulta propicia para mejorar la situación ecológica actual en la que grandes terrenos han perdido la posibilidad de siembra porque el suelo es infértil, demasiado ácido o está plagado de productos químicos. El cultivo en asocio, por el

contrario, brinda condiciones biológicas y químicas a los suelos que permiten que se regeneren y continúen siendo fértiles (Gómez & Zavaleta, 2001).

La asociación de cultivos, por lo tanto, se inscribe dentro de una práctica que podría contribuir con las problemáticas que devienen de la sobre-explotación del suelo. Las mayores pérdidas de nutrientes que se dan en la tierra se deben a la intervención del hombre. La teoría moderna de la agricultura convencional que sostenía que la pérdida de nutrientes podría ser compensada por los abonos artificiales y los fertilizantes sintéticos no solo se equivocó, sino que trajo consigo unas difíciles dificultades para la recuperación del suelo. Gracias a esta visión, se establecieron formas de agricultura intensivas en las que el uso de productos químicos era cotidiano. Todo esto trajo consigo una pérdida de los ciclos orgánicos de los cultivos, de la tierra y de las condiciones naturales en las que los frutos deben darse (Martínez & Gómez, 2015).

Los adeptos a la revolución verde, preocupados por los daños que este tipo de agricultura estaba ocasionando, realizaron estudios de los suelos, de su conservación y del mejoramiento de la fertilidad natural. Mediante estas investigaciones se logró determinar que el uso indiscriminado del suelo mediante productos químicos o mecánicos producía cambios en las condiciones biológicas, químicas y físicas de la micro-flora. Como el suelo pierde su fertilidad natural, los productos aptos para el consumo son cada vez de menor calidad y contaminan el ambiente (Martínez & Gómez, 2015).

La agricultura orgánica de la que hace parte el asocio de cultivos no se inscribe solamente como una práctica en la que se utilizan abonos orgánicos, sino que trabaja entendiendo y respetando los procesos naturales de la tierra y de las plantas con el fin de mantener el equilibrio:

Es una forma de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en principios ecológicos y en ciclos adaptados a condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos, combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medioambiente y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella (Funes, 2015, p. 14).

Por lo anterior, el estudio e implementación de la asociación de cultivos, además de otras estrategias agrícolas como las rotaciones, el control biológico tanto de malezas como de plagas y la diversificación, son transversales para la agronomía del presente.

En las últimas décadas las investigaciones de la agronomía han volcado su mirada en la práctica de policultivos, también llamados cultivos intercalados. Este tipo de siembra existen muchas variedades, así, las leguminosas pueden cultivarse en conjunto con cereales o raíces asociadas a árboles frutales. La siembra comprende desde unas asociaciones simples en hileras intercaladas hasta siembras más elaboradas de hasta doce o incluso más variedades que se mezclan entre sí. Las plantas que se escogen para el policultivo no poseen siempre las mismas características, algunas tienen cultivos anuales, otras de menor tiempo. Las siembras pueden darse en momentos diferentes, se pueden sembrar conjuntas desde el comienzo del cultivo o insertarse variedades en momentos específicos después de meses o años, también después de periodos de tiempo se puede prescindir de algún cultivo (Liebman, 1997).

Los policultivos son comunes en el paisaje de muchos lugares del mundo. En África, el continente asiático con productos como el arroz y el trigo y en varias zonas tropicales de Latinoamérica esta práctica es muy común para la producción de maíz, frijol y yuca (Liebman, 1997). Sin embargo, los policultivos suelen ser llevados a cabos en

pequeños predios de agricultores que no poseen del capital suficiente para sumarse al uso de los agroquímicos como fertilizantes y plaguicidas, o de las tecnologías de maquinarias para el rastrilleo o recolección, por lo que este método no parece tener cabida en las grandes producciones de cultivos que la industrialización del campo realiza.

Liebman (1997) menciona que las razones por las que se opta por este sistema de siembra están intrínsecamente relacionadas con la calidad y cantidad de producción. Se obtiene un rendimiento superior en comparación con el monocultivo, principalmente por el aprovechamiento de la tierra y la creatividad que permite una optimización de la mano de obra y de espacios de cultivo que son limitados. Las ventajas del policultivo no se deben únicamente a la posibilidad de prescindir de insumos químicos, sino que además estos sistemas ayudan a mejorar la productividad de la tierra, la mantienen fértil y apta para el cultivo.

Si bien muchos de los policultivos tienen como objetivo el rendimiento de un cultivo principal, la rentabilidad económica puede llegar a ser mayor que la de los monocultivos porque se obtienen menores costos y mayor margen de ganancia en los insumos por unidad de producción. Así mismo, se reduce el riesgo de la pérdida total, y en ámbitos como el cultivo en el que influyen un sinnúmero de factores como la temperatura, la humedad, los nutrientes del suelo, las precipitaciones, etc. es necesario velar por la cosecha con el fin de que, a pesar de la aparición de riesgos y complicaciones durante la siembra y en todo el proceso hasta la recolección de los frutos, se pueda obtener un resultado que haga sostenible tanto ecológica como económicamente el oficio del cultivo (Liebman, 1997).

En el policultivo la probabilidad de no obtener ningún producto que pueda ser comercializado y retribuido con un margen de ganancias es más baja que la que se da en los monocultivos en donde, si llega a ocurrir algún imprevisto de plagas, enfermedades o temperaturas caprichosas, la producción entera es inservible y tanto el dinero como el tiempo invertido se pierden. De esta forma, si una de las variedades del cultivo falla por alguno de los factores ya mencionados, las demás variedades que están plantadas en cercanía compensan el problema y aumentan la productividad de las demás plantas (Liebman, 1997).

De la misma manera, los sistemas de policultivos aprovechan muchísimo más los recursos en comparación con los monocultivos. El agua, la luz y los nutrientes disponibles son utilizados de forma más óptima y repartida entre los cultivos de manera más equitativa debido a una disminución en la competencia por los recursos disponibles entre las plantas. Por ejemplo, cuando la densidad total del policultivo es mayor que la del monocultivo, es más probable que los primeros sean capaces de recoger más luz en las etapas de desarrollo que se dan al comienzo de la siembra gracias a la extensión de la superficie de hojas de todas las plantas (Liebman, 1997).

Liebman (1997) señala que, debido a lo anterior, la luz solar que alcanza la superficie es menor y el agua útil que está en el suelo se canaliza y se aprovecha, antes de ser evaporada. También este tipo de cobertura puede ser útil para la infiltración del agua que obtienen las plantaciones de la lluvia y, por lo tanto, se disminuye la erosión y el impacto que las gotas causan en el suelo. Si las especies tienen patrones de crecimiento de raíz y absorción de nutrientes similares, trabajarán en conjunto para obtener más nutrientes y aprovechar los minerales.

En cuanto a la complementación fisiológica, se han evidenciado resultados muy buenos de la combinación de cultivos que se componen por especies que utilizan procesos de fotosíntesis C4 y C3 porque la fijación del nitrógeno atmosférico que se da por los factores leguminosos de los policultivos permite que existan en el suelo reservas de nitrógeno disponibles que pueden ser aprovechadas en momentos de escasez o cuando la planta lo considere necesario:

La facilitación interespecífica se hace presente cuando especies que crecen en policultivo tienen acceso a recursos que no se encuentran en monocultivos, o cuando gozan de mejores condiciones en un hábitat teniendo como resultado una conversión de recursos más eficaz. Si una de las especies componentes de un policultivo es una leguminosa que porta la bacteria que fija el nitrógeno en sus raíces, el nitrógeno atmosférico puede transferirse a las no leguminosas asociadas e incrementar considerablemente su rendimiento. (Liebman, 1997, p. 196).

También, se ha hecho notorio que las presencias de plagas en los policultivos son menores porque el policultivo aparece como un catalizador que aumenta la importancia de depredadores y combatidores de parásitos que, naturalmente, controlan las poblaciones de insectos y evitan que estos transmitan sus plagas. Lo anterior se debe a un aumento en la cantidad y variedad de fuentes para obtener el alimento, condiciones óptimas del hábitat, alteraciones en condiciones químicas que afectan las localizaciones de las plagas y unos incrementos en la estabilidad de las dinámicas de presas-depredadores y parásitos-huéspedes (Liebman, 1997). Otra explicación para esto es que los insectos plaga no identifican con facilidad los lugares para ubicar los huéspedes potenciales y son incapaces de permanecer en las plantas cuando las variedades que quieren atacar son pocas y están

dispersas por todo el cultivo entre otro tipo de plantas con otro tipo de insectos plaga (Liebman, 1997).

Los policultivos, además, permiten el control de las malezas que significan una de las labores que más necesita de mano de obra y que puede resultar muy demorada. En los monocultivos suelen utilizarse productos químicos para este control lo que aumenta los insumos, requiere de mano de obra calificada para la manipulación de estas sustancias y, a largo plazo, empobrece el suelo. En los cultivos asociados se pueden realizar siembras de especies que realicen el control de malezas del cultivo principal sin necesidad de la intervención humana para tal propósito (Liebman, 1997).

Es necesario, por tanto, que la elección de las especies a cultivar, las condiciones climáticas, geográficas y del suelo, los regímenes de fertilización, la disposición en la tierra y demás factores sean escogidos pensando en las características de cada especie y en los posibles problemas que pueden surgir de cada una. Es necesario antes de emprender un monocultivo conocer todas las implicaciones eco-fisiológicas que se pueden dar en las interacciones de las plantas. En general, se podría decir que cuando más densidad de cultivo hay en el terreno, mayor es el número de maleza que crece. Lo más acertado en este caso, será entonces, recurrir a policultivos que tengan como actores principales especies con follajes crecen de forma rápida, densa y prematura sobre el suelo (Liebman, 1997).

Liebman (1997) reconoce que los policultivos tampoco representan las totales soluciones para los problemas de producción y de protección que suelen darse en el proceso del cultivo, pero concluye que este sistema puede ofrecer herramientas verdaderamente útiles para dejar de depender de insumos externos y del uso de agroquímicos, aminorando los riesgos económicos que aparecen por las pérdidas totales de la producción y

permitiendo una sustentación del oficio de la agricultura. La tarea, señala, debe ser la de estudiar y entender mejor cómo se dan estas dinámicas y cómo crear sistemas de policultivos cada vez más complejos, pero también más eficientes (Liebman, 1997).

Los investigadores y agrónomos deben velar por mantener este tipo de prácticas que ya se dan en diversas zonas del mundo y aportar desde la investigación académica la discusión sobre este tipo de métodos que son muy útiles en problemáticas como el control de plagas y la fertilidad de los suelos. Los policultivos pueden llegar a ser compatibles con los grandes procesos mecanizados de producción agrónoma, pero necesitan de personas que diseñen tecnologías adecuadas para la siembra, el mantenimiento y la cosecha en sistemas de policultivos (Liebman, 1997).

1.5 Estado del arte

A pesar de que en la revisión de la bibliografía disponible no se encontró un estudio puntual de un cultivo de asocio entre aguacate y tomate de árbol, si existen varios tipos de cultivo bajo esta modalidad con variedades de plantas como café, cacao, guayaba, naranjilla, pepino y frijol, entre otros. A continuación, se realizará una muestra de algunos de estos artículos y textos científicos en los que se llevó a cabo la asociación de cultivos con el fin de obtener beneficios para todas las variedades de plantas que participan de esta modalidad agronómica.

En el artículo titulado “Efecto del manejo del riego en la asociación aguacate – guayaba” y publicado por la revista de Ingeniería Agrícola en el año 2011, los autores Luis M. Fonaris, Geisy Hernández y Teresa López realizan un resumen de los resultados de investigación que ejerce el sistema de riego en una plantación en asocio de las variedades

de aguacate y guayaba, corroborando que mantener variaciones en los niveles de humedad del suelo durante ciertos periodos afectaba directamente la cantidad de frutos por planta.

Los investigadores entienden que el agua, con la actual situación ecológica, es un recurso que cada vez escasea más. Por tal razón, es necesario que se utilicen herramientas que permitan optimizar el uso de este recurso. Por medio de nuevas tecnologías se puede conseguir esta eficacia y también un equilibrio económico que presente beneficios tanto para el cultivo como para el cultivador. Sin embargo, puntualizan los autores (Fonaris, Hernández & López, 2011), poca es la información que existe sobre las demandas de riego en cultivos asociados, lo que conlleva a situaciones en las que hay mala calidad e ineficiencia en el uso del agua como factor fundamental para el crecimiento de las plantas y obtención de frutos de buena calidad.

Además, debido a que el rendimiento por hectárea de los cultivos que se realizaban en la finca integral de frutales Sandoval 2 (en donde se llevó a cabo el estudio) era bajo, se estaba recurriendo a métodos inapropiados de los que no se han obtenido los resultados esperados. Lo anterior, conlleva a una desmotivación para la producción de estos cultivos y conduce a los propietarios a perder el interés en métodos orgánicos y a recurrir a técnicas de reducción del tamaño de las plantas y la inducción del proceso de floración (Fonaris et al., 2011).

En este tipo de fincas se ha comenzado el asocio de especies que comienzan producciones tempranamente y presentan altos índices de rendimiento, pero es el riego uno de los factores transversales para poder obtener producciones durante todo el año. En la investigación se utilizaron el aguacate *Persea amaericana Mill* en la variedad Julio como el cultivo principal y el árbol de guayaba *Psidium guajava* en la variedad Enana Roja Cubana

como el cultivo asociado. El suelo fue ferralítico rojo de característica llana. (Fonaris et al., 2011).

La plantación del aguacate se dio en un marco de siete por seis metros y dos plantas de guayaba entre las plantas de aguacate con un periodo que se dio en siete meses durante enero y agosto. Las precipitaciones se midieron a través de un pluviómetro. El riego se realizó mediante un sistema localizado por goteo superficial con una tubería de PEBD de 20 mm por hilera de plantación. Las labores del cultivo, la fertilización y el control de enfermedades y plagas siguieron las técnicas ya estudiadas por diversos autores. (Fonaris et al., 2011).

Después de un estudio detallado de los niveles de humedad de las plantas en todas las etapas desde la plantación, pasando por la floración, hasta el comienzo del crecimiento de los frutos, los autores concluyeron que la explotación del sistema de riego de alta frecuencia que se estaba aplicando en la finca era inaceptable porque representaba un gasto de agua y energía desmesurado. El balance hídrico presentó déficit de agua en los cultivos por pérdidas debido a un drenaje interno, mostrando para la guayaba que es el cultivo que necesita de mayor humedad, un déficit de hasta 47%, lo cual conduce a un retraso en la producción, además de una evidente disminución en el número y tamaño de los frutos. (Fonaris et al., 2011).

Lo anterior, como afirman los autores, demuestra que si bien existen proyectos para realizar sistemas de asociación de cultivos porque se conocen de los beneficios que trae consigo para evitar que plagas y enfermedades afecten las plantas porque mutuamente se brindan apoyo, también existe un desconocimiento de las condiciones ideales para ambas plantas, en este estudio un desconocimiento del sistema de riego más idóneo. Por lo que la

existencia de investigaciones que se pregunten por estos factores y entreguen herramientas ecológicas y económicas para el agrónomo son indispensables.

En el trabajo para optar por el título en tecnólogo en producción agrícola titulado “Estudio de factibilidad para la producción de aguacate Lorena (*Persea americana*) en asocio con naranja valencia (*Citrus sinensis*, var. *Valencia*) y maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el municipio de Tocaima, Cundinamarca” y publicado en el año 2014 por la Universidad Nacional Abierta y A Distancia, Guillermo Andrés Buitrago Huertas realiza un cultivo de asocio que le permite aprovechar un espacio en el que los terrenos suelen ser desaprovechados por diferentes dificultades en el establecimiento de sistemas agrícolas en asocio porque la mayoría de personas están acostumbradas al monocultivo.

La zona en donde se realizaron los cultivos presenta una temperatura de 28 grados centígrados en promedio con una humedad de hasta el 67% y unas precipitaciones de 1051 milímetros anuales. El proyecto tuvo la ambición de producir en el séptimo año mediante la asociación de cultivos 69.000 kilogramos de aguacates y 293.350 kilogramos de naranja y desde el primer años 12.075 kilogramos de maíz.

El terreno para el asocio se preparó, en primera instancia, con el arado, esto con el fin de ablandarlo y realizar un control de plagas y condiciones del suelo para el cultivo. Por otro lado, los hoyos se trazaron con un método cuadrado y con un diámetro aproximado de 90 centímetros por lo mismo en profundidad. El maíz se sembró a tres centímetros de profundidad con tres granos en cada siembra. La distancia de los cultivos se dio en cuatros de ocho metros por ocho metros en surcos intercalados. Aproximadamente, se sembraron una totalidad de 360 árboles para la variedad del aguacate y la de la naranja. El maíz se

sembró a un metro de cada árbol frutal, lo que conlleva a un total de 1617 plantas por hectárea (Buitrago, 2014).

Por otra parte, se realizó un análisis de los nutrientes del suelo, el pH y la textura. Se concluyó que los suelos poseían una textura mediana y un pH medianamente ácido, calcio normal, potasio y fósforo medios, sodio y aluminio altos, carbón y materia orgánica altas y, por último, nitrógeno total normal. La conductividad eléctrica permite afirmar que el suelo es normal para el cultivo de aguacate y de la naranja. Con respecto al control de plagas y posibles enfermedades, se realizó un monitoreo a través de trampas Jackson y McPhail con el fin de identificarlas y combatirlas. Los arvenses fueron controlados mediante el manejo de los suelos y la guadaña (Buitrago, 2014).

Ahora bien, la poda de formación se realizó los primeros seis meses de ser plantados en los cultivos de aguacate y naranja en el comienzo de la temporada de lluvias con la finalidad de impedir un exacerbado crecimiento del aguacate y que, cuando la planta estuviera adulta, se rompiera. La poda de producción debió ser realizada al termina la cosecha para eliminar las ramas secas, enfermas o las que quedaron débiles con el propósito de liberar de peso al árbol, impedir la pérdida de los nutrientes y la propagación de enfermedades o plagas.

La cosecha de las frutas se realizó con unos sistemas de canastas para que cuando la fruta estuviera madura cayera ahí y no en el suelo. Después de recolectar los frutos, debieron enviarse al centro de acopio para realizar el empaque correspondiente. Con respecto al maíz, la recolección debe darse con la tuza. Los momentos después de la cosecha son muy importantes, puesto que se deben revisar todos los frutos con el fin de impedir la pudrición de todo lo recolectado. Se debe verificar que la cáscara esté en buenas

condiciones. El maíz, por otra parte, debe llevarse al centro de acopio para la limpieza y el desgrane.

El autor concluye que el cultivo en asocio de aguacate y naranja con el maíz es viable porque a partir del cuarto año ya comienzan a obtenerse ganancias de los frutos. Además, la factibilidad ambiental es innegable porque gracias a este tipo de asocio se impide el uso excesivo de agroquímicos que contaminan tanto el agua como el suelo. También, este tipo de cultivos genera mucho trabajo debido a la mano de obra que se necesita para la vigilancia de las plantas.

La producción de maíz, por su parte, demostró ser efectiva durante los primeros tres años para impedir la aparición y avance de los arvenses en los cultivos de aguacate y naranja. El proyecto logró inscribirse dentro del marco de las buenas prácticas agrícolas porque permitió una gran producción, respetando el ecosistema y los nutrientes del suelo, pero también brindando condiciones dignas a los trabajadores.

En el texto titulado “Efecto de cultivos en asocio pepino (*Cucumis sativus* L.), pipian (*Cucurbita pepo* L.) y frijol de vara (*Vigna unguiculata* L. Walp), en la ocurrencia poblacional de insectos plagas, benéficos y el rendimiento en Tisma, Masaya” publicado por la revista de Agronomía La Calera, los autores Edgardo Jiménez Martínez, Victor Sandino Díaz, Karen García Guevara y Leydy Angulo Rivas pretenden establecer el efecto que el cultivo en asocio tiene sobre la población de plagas, benéficos y el uso de la tierra.

En el texto se entiende el sistema de cultivos en asocio como aquel en donde se siembran dos o más especies de plantas en una misma área con la suficiente proximidad para desarrollar una relación entre especies que permite compartir ciertas ventajas o

beneficios. Las especies no deben sembrarse necesariamente al mismo tiempo y los momentos de cosecha no tienen que coincidir, simplemente se aportan entre ellas por el hecho de ocupar un mismo espacio durante una parte importante de su etapa de crecimiento (Jiménez, Sandino, García & Angulo, s. f.).

Los cultivos de asocio, también llamados policultivos, crean unas condiciones que favorecen a las plantas a combatir enemigos naturales y también, contribuyen al crecimiento de insectos benéficos. Tienen efectos positivos sobre la fertilidad del suelo, reducen los arvenses y permiten un aprovechamiento mayor de la tierra comparada con el monocultivo en el que los agricultores requieren el uso constante de químicos que resultan en un detrimento irreversible del suelo e inhibiendo las funciones de los controladores naturales, lo que obliga a los cultivos a depender de la intervención humana, mientras que “los sistemas de socios, reducen las poblaciones de insectos plagas, se incrementa la presencia de insectos benéficos, se obtiene un mayor rendimiento en la producción, y se hace un mejor uso de la tierra comparada con los cultivos solos” (Jiménez, et al., s. f., p. 14).

La localización en donde se realizó este estudio tiene un clima tropical de sabana con una temperatura de 27,5°, con unas precipitaciones de entre 1,200 y 1,400 mm anuales. Se encuentra a 50 msnm. En una finca de Tisma, Masaya se delimitaron cuatro parcelas de 36 mts de ancho por 36,5 mts de largo. En la primera parcela se sembraron solo cultivos de pepino, en la segunda solo de pipián y en la tercera solo frijol de vara. En la cuarta se realizó una asociación en la que se sembraron las tres variedades.

Se realizó un muestreo con datos de las diferentes parcelas a partir de cinco puntos escogidos al azar. En cada uno de estos puntos se tomaron muestras de veinte plantas. Se

revisaron las hojas por el haz y el envés, y también las flores y los frutos con el fin de determinar la presencia de plagas y de insectos benéficos. Después del muestreo y el análisis de los datos obtenidos de este se realizó una comparación del total de los insectos plagas y benéficos del cultivo de pepino solo contra el cultivo de pepino en asocio con las otras dos plantas:

El promedio total de insectos plagas encontrados en pepino solo fue mayor comparado con el promedio total de insectos plagas en pepino en asocio, por el contrario, el número del promedio total de insectos benéficos encontrados en el sistema en asocio fue mayor comparado con el cultivo solo [...] el número del promedio total de insectos benéficos encontrados en el sistema en asocio fue mayor que el número de insectos benéficos encontrados en el cultivo solo. (Jiménez, et al., s. f., p. 16).

Los anteriores resultados permitieron a los investigadores concluir que el sistema de asocio tenía un efecto directo sobre la población de insectos plagas, pues en las parcelas donde se había hecho el monocultivo la tendencia de estos insectos fue mayor, a excepción de la de frijol vara. También, el sistema de asociación de cultivos tiene incidencia en la aparición de insectos benéficos porque, según los datos arrojados por el muestreo, se encontró una mayor población de estos insectos en las parcelas en asocio de pepino y de pipián, a comparación de los cultivos solos (Jiménez et al., s. f.).

Los autores concluyen que es importante la promoción de estos sistemas de cultivo en asocio porque ofrecen mayores ventajas que la práctica de monocultivos gracias a unos costos de producción bajos, una diversidad en la producción agrícola y la protección a futuro de las fuentes hídricas y de la fertilidad del suelo. Es importante, afirman Jiménez, Sandino, García y Angulo (s. f.) que se sigan realizando estudios de este tipo con el fin de

obtener la mayor información posible sobre el efecto de este sistema y los beneficios en cultivos de productos importantes hoy en día teniendo en cuenta las diferentes variables como el tipo de suelo, las posibles enfermedades, las malezas y el rendimiento del cultivo en los distintos terrenos.

En otra medida, la ponencia expuesta en el Congreso Mundial de Aguacate en el año 2007 por R. Jiménez, M. Blanco, I. Borges, F. Martínez, B. Piloto y J. Álvarez titulada “Influencia de cuatro patrones de aguacatero sobre el crecimiento y rendimiento del cultivar Catalina en una distancia de plantación de 10 x 5 m con cultivos asociados en las condiciones de Cuba”, se realizó un estudio de las variables que influían en el crecimiento y rendimiento de un cultivo de aguacate de cuatro variedades (antillano, guatemalteco, mexicano y un híbrido de antillano con guatemalteco) durante un periodo de cinco años en una siembra de asocio con cultivos de papaya, maíz y frijón. Además, se estudió la incidencia de un virus que afecta el cultivo de la papaya llamado mancha anular.

Los autores coinciden en que, a pesar de que el aguacate es uno de los cultivos más comerciales en la actualidad y que, por la misma razón, se han realizado estudios respecto a la planta y las condiciones más óptimas para su siembra, el estudio de patrones es limitado. El análisis de este aspecto permite entender factores que inciden en el crecimiento y rendimiento de los cultivos y que, junto con el asocio de cultivos, permite desarrollar una forma rentable y sostenible para la producción de esta planta (Jiménez, Blanco, Borges, Martínez, Piloto & Álvarez, 2007).

Este estudio se llevó a cabo durante un lapso de tiempo de cinco años en la Habana, Cuba en un terreno que se encuentra a 6,80 metros sobre el nivel del mar. El experimento se comenzó en mayo del año 2000 en un suelo ferralítico rojo arcilloso. Se realizaron

mediciones del perímetro del patrón y también del injerto, la altura y el diámetro de la copa del árbol y la producción de frutos por planta. En el primer año, se analizaron solamente las primeras variables y a partir del cuarto año entró la variable de la cantidad de frutos por cada árbol planta (Jiménez et al., 2007).

Adicionalmente, siguiendo las soluciones propuestas por la nueva ola de la agricultura sostenible en la que se tienen unos principios básicos que se enmarcan en la optimización del espacio y del tiempo de los cultivos mediante métodos ecológicos, entre estos la asociación, se realizó una plantación en la que las variedades de aguacate se plantaron de forma intercalada con variedades de papaya, maíz y frijol durante los primeros años de plantado del cultivo principal porque de esta manera se obtienen mayores beneficios. Los autores (Jiménez et al., 2007) afirman que si bien la literatura consultada acerca del cultivo de la papaya arroja que no es una planta viable para el cultivo en asocio porque presenta dificultades en el desarrollo debido a que es muy susceptible a enfermedades y, sumado a esto, un polimorfismo de las flores que disminuye el rendimiento de la planta y suscita pérdidas en los escenarios comerciales, los resultados del estudio arrojaron la posibilidad del uso de esta variedad en el intercalamiento con el cultivo del aguacate.

Los investigadores (Jiménez et al., 2007) concluyeron respecto a los resultados que se obtuvieron en el estudio que las plantas injertadas tuvieron diferencias en la altura y diámetro de la copa sobre los patrones desarrollados por la variedad de aguacate antillano. En los primeros tres años, este patrón de mayores valores de las plantas injertadas continuó también sobre la variedad de aguacate mexicano. En el último año, por el contrario, no

existieron diferencias entre los valores de las plantas injertadas sobre las variedades antillano y mexicano.

Los valores más altos con respecto a producción y a rendimiento del cultivo se dieron en los árboles injertados. Los cultivos de asocio, por su parte, tuvieron un excelente comportamiento y permitieron la producción de papaya y maíz en el primer año del cultivo principal. En el segundo año se plantó frijol y también se obtuvo producción de esto, haciendo sostenible el cultivo principal que solamente desde el tercer año comienza a producir (Jiménez et al., 2007). Con respecto al virus de la mancha anular que suele ser muy común en el cultivo de papaya se observó que la plantación del cultivo en asocio retrasó la aparición del virus en comparación con las patologías presentadas en monocultivos de esta variedad.

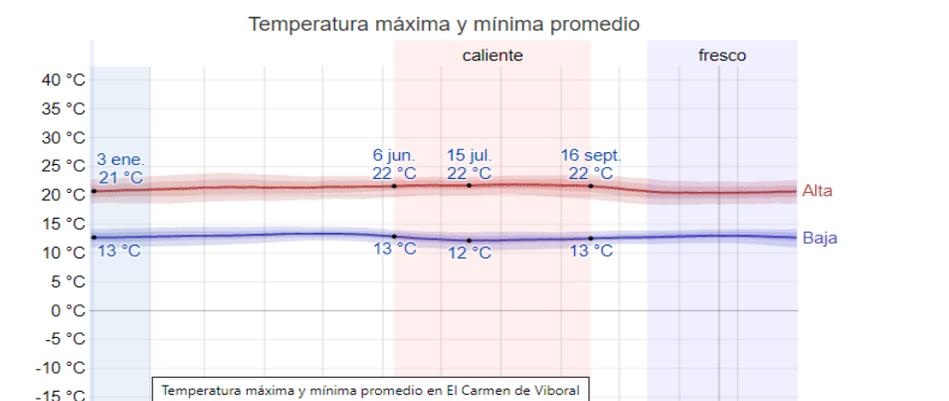
Por último, Jiménez, Blanco, Borges, Martínez, Piloto y Álvarez (2007) recomiendan la práctica de los cultivos en asocio al comienzo de la siembra del cultivo principal, en este caso de las variedades de aguacate, porque la siembra de maíz, papaya y frijol permitieron la sostenibilidad de las plantas del aguacate y contribuyeron con su crecimiento, salud y producción.

1.6 Temperatura

La temporada templada dura 3,3 meses, del 6 de junio al 16 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 22 °C. El día más caluroso del año es el 2 de agosto, con una temperatura máxima promedio de 22 °C y una temperatura mínima promedio de 12 °C.

La temporada fresca dura 2,6 meses, del 15 de octubre al 3 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 21 °C. El día más frío del año es el 15 de julio, con una temperatura mínima promedio de 12 °C y máxima promedio de 22 °C.

Gráfico 1. Temperatura promedio Municipio Carmen de Viboral



Nota. El gráfico representa la temperatura máxima y mínima promedio en el Municipio del Carmen de Viboral, Dep. Antioquía. 2010, Tomado de El clima promedio del Carmen de Viboral (sf). <https://es.weatherspark.com/y/22503/Clima-promedio-en-El-Carmen-de-Viboral-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

1.7 Precipitación

La temporada más húmeda dura 8,7 meses, de 20 de marzo a 10 de diciembre, con una probabilidad de más del 66 %. La probabilidad máxima de un día húmedo es del 86 % el 25 de octubre.

La temporada más seca dura 3,3 meses, del 10 de diciembre al 20 de marzo. La probabilidad mínima de un día húmedo es del 47 % el 22 de enero. Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 86 % el 25 de octubre.

Gráfico 2. Precipitación Municipio del Carmen de Viboral



El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

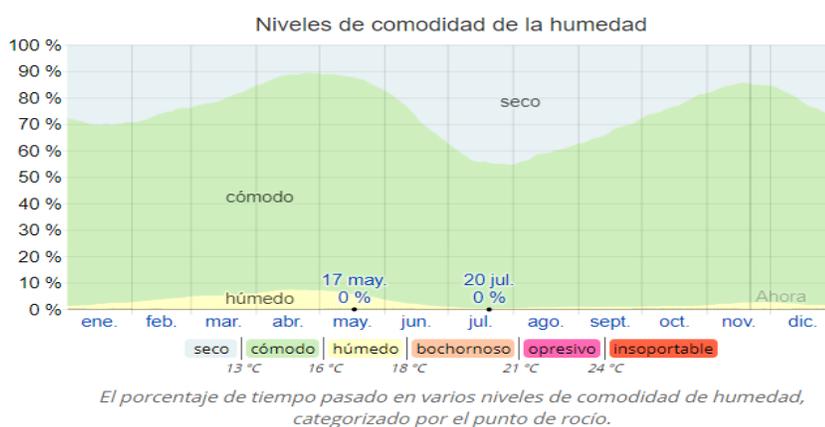
Nota. El gráfico representa la probabilidad diaria de precipitación en el Municipio del Carmen de Viboral, Dep. Antioquía, 2010. Tomado de El clima promedio del Carmen de Viboral (sf). <https://es.weatherspark.com/y/22503/Clima-promedio-en-El-Carmen-de-Viboral-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

1.8 Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A

diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda. El nivel de humedad percibido en El Carmen de Viboral, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es *bochornoso*, *opresivo* o *insoportable*, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Gráfico 3. Humedad Municipio del Carmen de Viboral



Nota. El gráfico representa los niveles de comodidad de la humedad en el Municipio del Carmen de Viboral, Dep. Antioquía, 2015. Tomado de El clima promedio del Carmen de Viboral (sf). <https://es.weatherspark.com/y/22503/Clima-promedio-en-El-Carmen-de-Viboral-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

1.9 Requerimientos generales para el desarrollo adecuado de cultivos de aguacate y Tomate de Árbol

Las plantaciones de aguacate inician su producción al tercer año de establecidas y se estabiliza la misma, a partir del séptimo a octavo año. Los tres mayores eventos del ciclo

fenológico del aguacate son el crecimiento radical, vegetativo y las fases de floración - fruto (Cristoffanini, 1996). El aguacate a lo largo del año puede tener uno o más ciclos vegetativos seguidos de un periodo de crecimiento radical, las raíces comienzan su crecimiento cuando el primer crecimiento vegetativo comienza a declinar, posteriormente comienza un segundo periodo de crecimiento vegetativo, restableciéndose de esta manera el equilibrio entre una fase de crecimiento radicular y otra vegetativa (Calabrese, 1992; Hernández, 1991). El manejo de la fenología del árbol para maximizar el rendimiento de frutos se realiza en dos puntos clave: la identificación de períodos críticos de demanda de nutrientes y la manipulación del crecimiento vegetativo para mejorar la asignación de recursos para el crecimiento de los frutos (Whiley, 1990b).

Los aguacates absorben hasta el 95% del agua en los primeros 60 cm del suelo, cuando las texturas son finas. Debido a la mayor distribución superficial de las raíces absorbentes por debajo de la cubierta de hojas, se sugiere que el sistema de riego usado debiera cubrir entre un 50 y 70% de la superficie de la proyección del árbol (Gardiazabal, 2004).

En cuanto a la Textura de suelo el aguacate prefiere suelos francos a franco – arcillo – limosos, se puede cultivar bajo riego en suelos relativamente pesados, en zonas con baja precipitación, asegurando un buen drenaje. Se adapta a diversos tipos de suelo, desde los arenosos y sueltos hasta los limosos y compactos, pero las condiciones óptimas serían un suelo franco de consistencia media, húmica y rica en materia orgánica (Cerdas *et al.*, 2006).

Los mejores suelos son los de textura media, francos arcillo arenosos, profundos (0,80 a 1,50 m), con buen drenaje interno y superficial de 3 a 5% de materia orgánica, no es aconsejable plantar árboles de esta especie en suelos salinos, arcillosos o con capas duras que impidan el buen desarrollo radical (Anacafé, 2006). Los suelos más recomendados son

los de textura ligera, profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7).

El control en la salinidad para el cultivo de aguacate es muy importante dada la susceptible al exceso de sodio y le son suficientes concentraciones del 40% de caliza, por lo que no debe cultivarse en terrenos calizos, el aguacate no tolera la salinidad, los portainjertos de la raza antillana son los más tolerantes a la salinidad, mientras que los portainjertos de la raza mexicana son los más susceptibles (Cerdas *et al.*, 2006). En cuanto al pH. debe tener un nivel de acidez de 6 a 6,5, los suelos con pH superiores a 7, las plantas presentan severas clorosis, debido a que disminuye la absorción de hierro (Amórtegui, 2001).

1.10 Requerimientos Nutricionales del Aguacate

Es esencial implementar una nutrición equilibrada que incluya macro y micronutrientes para poder obtener los mejores resultados en el cultivo, cada nutriente juega un papel específico en la producción de aguacate.

Tabla 1. *Nutrientes removidos por tonelada producida.*

Nutrientes removidos (kg) por ton.	Nutrientes removido en (g) por ton.
Nitrógeno (N)..... 2.43	Hierro (Fe)..... 6.35
Fósforo (P ₂ O ₅)..... 1.43	Cobre (Cu)..... 3.31
Potasio (K ₂ O)..... 3.99	Manganeso (Mn)..... 1.55
Calcio (Ca)..... 0.14	Zinc (Zn)..... 3.87
Magnesio (Mg)..... 0.26	Boro (B)..... 8.03
Sodio (Na)..... 0.14	
Cloruros (Cl)..... 0.73	

Nota. La tabla muestra los niveles de los nutrientes removidos por tonelada producida de aguacate. 2010, Tomado de Requerimientos Nutricionales.

<https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/aguacate/requerimientos-nutricionales-del-cultivo-de-aguacate/>.

1.10.1 Nitrógeno (N)

El nitrógeno es un componente clave de enzimas, vitaminas, clorofila y otros constituyentes de las células, todos ellos esenciales para crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para poder obtener una alta producción de aguacates.

Una óptima respuesta a N varía de acuerdo con la edad del árbol. Es necesario tener un programa anual de fertilización nitrogenada para asegurar productividad a largo plazo para

reposición de nitrógeno que se remueve con la cosecha de los frutos. La cantidad de N se divide normalmente en 3 a 5 aplicaciones iguales durante la temporada de crecimiento de los aguacates, y durante periodos de crecimiento activo de raíces, flores, y frutos.

El fruto del aguacate es rico en aceite y presenta una alta concentración de proteínas; por lo tanto, es un depósito importante de carbono y N. Sin embargo, en esta especie existen períodos de competencia entre el desarrollo del fruto y crecimiento vegetativo, por lo que la distribución y transporte del N dentro del árbol es de gran importancia. Deficiencias de N se reflejan en hojas pequeñas y pálidas, defoliación, caída temprana de frutos y frutos pequeños. Además, se ha encontrado que los árboles con deficiencias de N son más susceptibles a los daños por heladas (Gamalier *et al.*, 2005). Se sabe que un alto contenido de N, causa una disminución del contenido de calcio y se incrementa la sensibilidad a enfermedades y las paredes son más delgadas con lo que se aumenta la susceptibilidad a daños mecánicos (Cerdas *et al.*, 2006).

1.10.1.1 Deficiencia de Nitrógeno.

Las deficiencias de nitrógeno son raramente encontradas como el N se aplica en cantidades adecuadas en la mayoría de las huertas de cítricos. Las carencias aparecen cuando el contenido de N en las hojas cae por debajo de 2% de la materia seca. Toda la hoja (incluyendo la superficie intervenal) toma un color verde-pálido a amarillo y luego caerá del árbol. En casos de deficiencia severa, el crecimiento es disparejo y atrofiado.

1.10.2 Fósforo (P)

El fósforo en las plantas permanece como ion fosfato ya sea en forma libre o como compuesto orgánico, principalmente como éster fosfórico con grupos hidroxilo, o formando enlaces anhídridos ricos en energía (ATP y ADP). Estas características lo hacen indispensable para los procesos de respiración y en todo el metabolismo energético. La formación de ARN y ADN dependen del fósforo. Participa en la fotosíntesis, glicólisis, síntesis de proteínas y ácidos grasos.

1.10.2.1 Deficiencia de Fosforo.

Hojas carentes de P representan una coloración bronceada y son más pequeñas que lo normal. Hojas más viejas presentan necrosis en los márgenes y las puntas. Las ramas se vuelven débiles, la floración se reduce y el fruto tiene aspecto esponjoso y blando antes de madurar. La deficiencia de fósforo es raramente observada en árboles maduros, sin embargo, cuando se presenta puede causar daños en la floración, algo que perjudica la producción y da frutos más pequeños con disminución en el rendimiento.

Una deficiencia de P provoca una textura harinosa no deseable en el fruto y sensibilidad a bajas temperaturas, además de reducción de tamaño. Si aunado a esto hay deficiencia de calcio, se oscurece la pulpa y se acorta el período de conservación (Cerdas *et al.*, 2006).

1.10.3 Potasio (K)

El potasio es un elemento fundamental en el cultivo de aguacate, la planta absorbe grandes cantidades de este elemento. Es un osmorregulador al ser requerido para la formación, apertura y cierre de células guarda de los estomas, lo que permite un uso

eficiente del agua. El potasio es activador de más de 50 sistemas enzimáticos para la síntesis de proteínas y el metabolismo de carbohidratos.

Los frutos provenientes de árboles con deficiencia de K no toman buen color ni alcanzan un adecuado tamaño. También hay deficiencia en la formación de la semilla. El K en la cantidad adecuada provee al fruto buen sabor y color y reduce la posibilidad de enfermedades en poscosecha (Cerdas *et al.*, 2006).

1.10.3.1 Deficiencia de Potasio.

La deficiencia de potasio provoca un mal funcionamiento de los estomas, lo que trae consigo una reducción en la tasa fotosintética y una baja eficiencia en el uso del agua. Los síntomas de deficiencia comienzan en hojas viejas y se caracterizan por una clorosis irregular e intervenal, que después torna a un amarillo brillante y posteriormente a un bronceado.

1.10.4 Calcio (Ca)

El calcio es uno de los elementos indispensables para mantener la integridad y estabilidad de la pared y membrana celular (Poovaiah, 1988). Por otra parte, se ha encontrado que la deficiencia de este elemento causa algunos desórdenes postcosecha en aguacate (Swarts, 1984). Sin embargo, el calcio es uno de los nutrimentos de baja movilidad en los tejidos vegetales, se hace necesario desarrollar métodos para incrementar su penetración en las hojas y su posterior transporte hacia el fruto, sin que las aspersiones foliares causen daños al follaje (Ginsberg, 1985).

1.10.4.1 Deficiencia de Calcio.

Arboles deficientes en calcio se quedan atrofiados por falta de desarrollo radicular, con follaje verde oscuro. Los principales impactos de deficiencia de calcio son sistemas radiculares que se vuelven más susceptibles a enfermedades y frutos más propensos a rajado y colapso de albedo.

El aguacate es considerado como una especie de baja demanda de nutrientes. Esto se demuestra por el bajo contenido total de nutrientes en la cosecha al comparar con otros árboles frutales y cultivos de campo. La capacidad del aguacate de extraer y utilizar los nutrientes minerales se refleja en la concentración de cada nutriente en los tejidos, por lo que el análisis químico de las hojas, proporciona una valiosa información acerca del estado nutricional del árbol (Gamalier *et al.*, 2005).

1.10.5 Magnesio (Mg)

El Mg forma parte de la clorofila, es el pigmento responsable de la fotosíntesis y del color verde de las plantas. El Mg en el aguacate, se ha demostrado que promueve mayor número de brotes nuevos, floración temprana y mayor amarre de frutos al disminuir el número de abortos (Chirinos, 1999). La deficiencia de Mg es nociva sobre todo cuando el Ca también está deficiente. Este elemento contribuye al estatus hídrico de los tejidos (Cerdas *et al.*, 2006).

1.11 Requerimientos Nutricionales Tomate de Árbol.

Para el Tomate de Árbol García y Aristizabal (1997), en ensayos realizados con la Universidad de Caldas concluyeron que la dosis optima a aplicar para obtener una mayor producción en este cultivo fue de 344gm por planta cada 4 meses con un fertilizante 15-

15-20. Muñoz y Molina (1980), estudiaron la respuesta del Tomate de Árbol con una fertilización de N-P-K, sus resultados manifestaron que para obtener un buen rendimiento por árbol se necesita de 60Kg de N/ha, 180Kg de P/ha y 60Kg de K/ha.

Tabla 2. Plan de fertilización Tomate de Árbol.

MOMENTO DE APLICACION	FERTILIZANTE	DOSIS POR PLANTA
En el sitio de siembra	Compost Cal ó yeso ó calfos	2-5 k 300-500 gr.
Siembra	Micorrizas Elementos mayores	50 gr. 5 gr.
10 días de siembra	Elementos mayores	10 gr.
30 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	15 gr. 3 gr.
60 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	50 gr. 5 gr.
105 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	80 gr. 8 gr.
150 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	150 gr. 15 gr.
195 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores Compost Cal ó yeso ó calfos	200 gr. 20 gr. 3 -5 k 300-500 gr.
240 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	250 gr. 25 gr.
285 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	300 gr. 30 gr.
330 días de siembra	Elementos mayores Elementos menores	350 gr. 35 gr.

Nota. La tabla presenta una propuesta para la elaboración de un plan de fertilización Tomate de Árbol, Tomado de Producción Limpia Tomate Cultivo de Árbol, Dep. del Huila. 2010

“De acuerdo al desarrollo y mayor capacidad exploratoria de las raíces del tomate de árbol, se recomienda los suelos de textura franco, con pH ligeramente ácido a neutro (6 -7) para mejorar la disposición de los nutrientes, con buen contenido de materia orgánica (4 – 5 %)

para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y mediana profundidad (50 cm o más)". (León, Viteri & Cevallos, 2004, p. 6).

2. Materiales y Métodos

Con el fin de obtener mejores resultados y un poco más precisos en el desarrollo y análisis del presente estudio, se emplearon métodos de tipo investigativo, práctico y sistemático; el componente investigativo se basó en la búsqueda de información literaria de la cual se obtuvieran los fundamentos básicos de cada uno de los procesos que intervienen en los resultados finales del estudio. Así mismo del componente práctico se obtuvo la información de campo, necesaria para realizar la evaluación de los resultados. Finalmente, el componente sistemático permitió evaluar las variables estudiadas, mediante un método estadístico que permite valorar los resultados de una manera más adecuada y precisa.

2.1 Localización

El trabajo se realizó en la finca La Teresa, ubicada al oriente del departamento de Antioquía, municipio del Carmen de Viboral, vereda La Milagrosa, **coordenadas 6° 3'18.81"N, 75°21'32.66"O**, se encuentra sobre la cordillera Central de los Andes, en el valle de San Nicolás, a una altitud media de 2.150 msnm, temperatura promedio 18°C, humedad del 74%, Precipitación anual media 1.216 mm. Las evaluaciones se realizaron en la etapa de adaptación vegetativa de las plantas al suelo, proporcionando las condiciones más favorables posibles en cuanto a nutrición y sanidad vegetal.

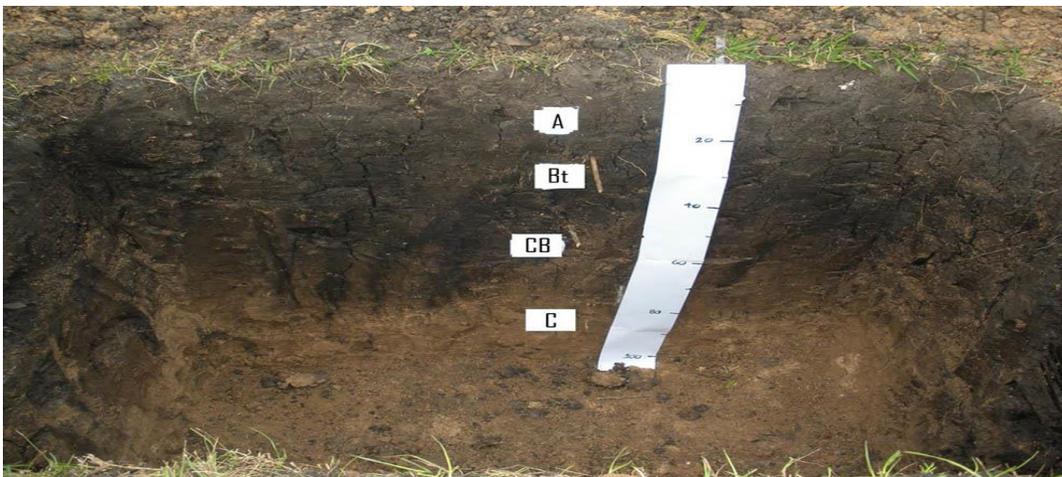
Adicionalmente, se realizó investigación literaria más profunda de las condiciones climáticas de la zona de vida donde se desarrolló el estudio, además, de los requerimientos

nutricionales principales para el desarrollo de las plantas de los cultivos analizados, dicha investigación se presenta en el marco teórico.

2.2 Análisis de las características principales del Suelo

Teniendo en cuenta que no se cuenta con un análisis Físico/Químico del suelo para el establecimiento de los cultivos en la parte nutricional, fue necesario realizar una caracterización de los aspectos básicos y visibles en campo para determinar algunas de las propiedades del suelo, principalmente los aspectos físicos, como estructura, color, profundidad de las raíces y textura, con el fin de examinar estas características del suelo, se seleccionó un lugar intermedio entre los sitios de siembra y se realizó una calicata con unas medidas aproximadas de 100 cm de ancho x 100 cm de largo y una profundidad de 100 cm (Gonzales, et al., 2009). A continuación, se presentan los perfiles del suelo en la ilustración # 1.

Ilustración 1. *Calicata*



Nota. La Ilustración muestra como se realizo la calicata para ver los perfiles físicos del suelo. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los resultados fueron analizados mediante comparativos referidos en la literatura, Descripción general del perfil de suelo, el área caracterizada abarca 400 m², se encuentra a 218 m.s.n.m., la temperatura mínima promedio de 12 °C y máxima promedio de 22 °C., está rodeado por pastajes naturales y cultivos transitorios, una carretera, terreno trabajado semi-enrastrojado, y colinda con fuentes de agua. La pendiente es media, el relieve se clasifica como ligeramente ondulado, el sistema no cuenta con drenajes definidos, terreno sin erosión, la vegetación que prima es el pasto y desechos de cultivo (Maíz).

2.3 Profundidad efectiva.

Por medio de la calicata se determinó que la profundidad efectiva del suelo es de 80 cm aproximadamente, el tamaño mediano de los agregados y la capacidad de infiltración es buena aparentemente, lo cual indica que el resultado es adecuado para el desarrollo del cultivo. En estudios realizados referentes a diferentes tipos de suelo, encontraron que la profundidad efectiva tiene una relación directa con la porosidad, tamaño de los agregados y con la capacidad de infiltración, y con el carbono orgánico. Motivo por el cual es posible mencionar que el valor encontrado (80 cm) se debe a la porosidad, el tamaño mediano de los agregados y la capacidad de infiltración.

2.4 Características del estudio realizado

El estudio será de carácter correlacional debido a que la investigación pretende analizar la incidencia entre las variables que se presentan en la morfología, principalmente el desarrollo físico. Este tipo de estudios tienen como finalidad “conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (Hernández et al., 2014, p. 93).

Así mismo, el enfoque de investigación que tendrá este trabajo es de carácter cuantitativo dado que esta perspectiva es la más propicia para entender la información y presentar resultados claros siguiendo con los objetivos propuestos. Este tipo de enfoque “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández et al., 2014, p. 4).

La técnica de recolección de datos que se usará para esta investigación ser la observación que “consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías.” (Hernández et al., 2014, p. 252). Además de instrumentos y procedimientos propios de la agronomía que se encuentran consignados en datos secundarios hechos por otros investigadores en el mismo campo como una tabla de registro que permita realizar el seguimiento del desarrollo vegetal y del comportamiento de las especies en cada una de las plantas del cultivo.

La población de estudio que comprende la investigación y a la que se le aplicarán las técnicas de recolección de datos consta de un cultivo de Aguacate Hass (*Persea Americana*), en asocio con un cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum Betaceum*) ubicado en el departamento de Antioquía, municipio del Carmen de Viboral, vereda La Milagrosa que fueron escogidos bajo una muestra de carácter no probabilístico porque “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.” (Hernández et al., 2014, p. 176).

A continuación, se presentarán las variables que se tendrán en cuenta a la hora de realizar el análisis de los resultados arrojados por el instrumento de medición diseñado para

el proyecto de investigación en función del crecimiento de producción de las variedades de aguacate Hass y tomate de árbol con un método de cultivo en asocio:

VARIABLE	DEFINICIÓN Y MÉTODO DE ANÁLISIS	INDICADORES
Condiciones geográficas del cultivo	Condiciones que son propias del lugar geográfico en donde se llevara a cabo la plantación del aguacate y del tomate de árbol. Método de análisis teórico.	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Altitud (metros sobre el nivel del mar) • Precipitaciones anuales • Viento
Condiciones del suelo	Condiciones del suelo en donde se llevará a cabo la plantación del aguacate y del tomate de árbol. Método de análisis teórico.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de suelo • Niveles de nutrientes como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nitrógeno ○ Fosforo ○ Calcio ○ Hierro ○ Zinc ○ Magnesio ○ Sodio ○ Potasio
Crecimiento de las plantas	Condiciones que se dan en cada una de las etapas del cultivo respecto al crecimiento de la plantación de aguacate y la de tomate de árbol. Método de análisis estadístico, descriptivo y cualitativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de la planta • Diámetro del tallo
Afectaciones por plagas	Aparición de plagas en ambas variedades. Método de análisis teórico.	<p>Evidencia de plagas tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trips • Araña roja o blanca • Barrenadores • Taladradores • Minadores • Moscas • Chinchas • Gusanos
Afectaciones por enfermedades	Aparición de enfermedades en ambas variedades. Método de análisis teórico.	<p>Evidencia de enfermedades tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pudrición de raíz • Cancro • Marchitamiento • Sarna o Roña.

		<ul style="list-style-type: none"> • Desfloramiento
--	--	--

2.5 Fases del estudio

La primera fase del estudio contempla las actividades de campo, es decir, selección del material vegetal, la preparación del terreno, desinfección del sitio de siembra y en general todas las labores culturales necesarias para asegurar la adaptación de las plántulas luego de la siembra.

La fase dos comprende el seguimiento y la toma de datos en campo del desarrollo fisiológico de las plantas, principalmente la adaptabilidad a la zona de vida, el proceso de desarrollo vegetativo con las variables de crecimiento del tallo en diámetro y altura.

En la fase tres se realizará el análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos en campo, además del comportamiento en el desarrollo físico de las plantas mediante el sistema de producción elegido.

2.5.1 Primera fase

2.5.1.1 Material vegetal.

El material fue adquirido en el vivero **Tecnihass del oriente S.A.S.**, registro ICA 01-156S, cuyas características principales fueron: 60 días de injertado el patrón con yemas de árboles productivos y seleccionados en campo en un cultivo ubicado en el municipio de Marinilla (Ant.), los patrones son de semillas obtenidas de árboles de la región (Sonson Ant.), el aguacate conto con un diámetro del tallo a la hora de la siembra de entre 1,5 y 2,0 cm, y una altura de entre 50 y 55 cm, el tamaño de la bolsa de 30 cm de alto por 15cm de

ancho, en cuanto al tomate de árbol 0,4 cm de diámetro del tallo y una altura de 10 cm, el sustrato empleado para la germinación de la semilla fue cascarilla de arroz, aserrín y tierra negra en proporciones de 20/20/60 respectivamente, se obtuvo la garantía del origen y la sanidad de este, antes de la puesta en campo se verifico el estado de dicho material, eliminando las plantas que presentaran algún tipo de daño, tanto mecánico como físico por plagas o enfermedades.

2.5.1.2 Preparación del terreno.

El terreno para el asocio se preparó, en primera instancia, con el arado individual para cada sitio de siembra, incorporando el material vegetal presente en el terreno (Residuos de caña de maíz), esto con el fin de ablandarlo y acondicionar el suelo para los cultivos, En la ilustración 2, observamos el estado inicial del terreno.

Ilustración 2. Estado inicial del terreno.



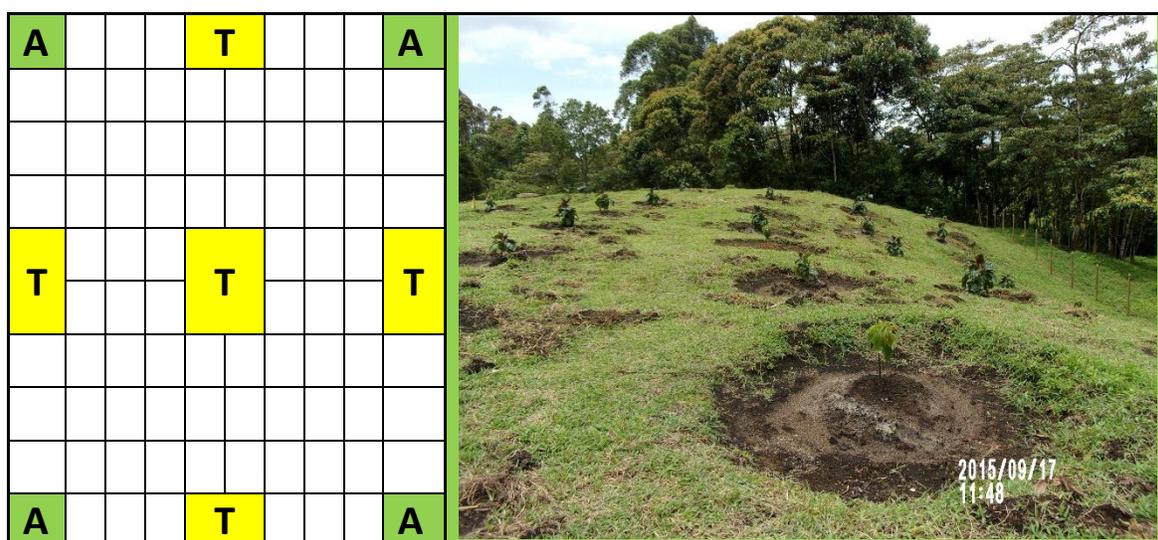
Nota. La Ilustración muestra el estado del terreno antes del establecimiento de los cultivos.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los hoyos para el aguacate se trazaron con el método en cuadro, con una apertura por sitio aproximada de 1 metro cubico; en cuanto al tomate de árbol el trazado fue en tresbolillo, con una apertura de 20 centímetros cúbicos por sitio de siembra.

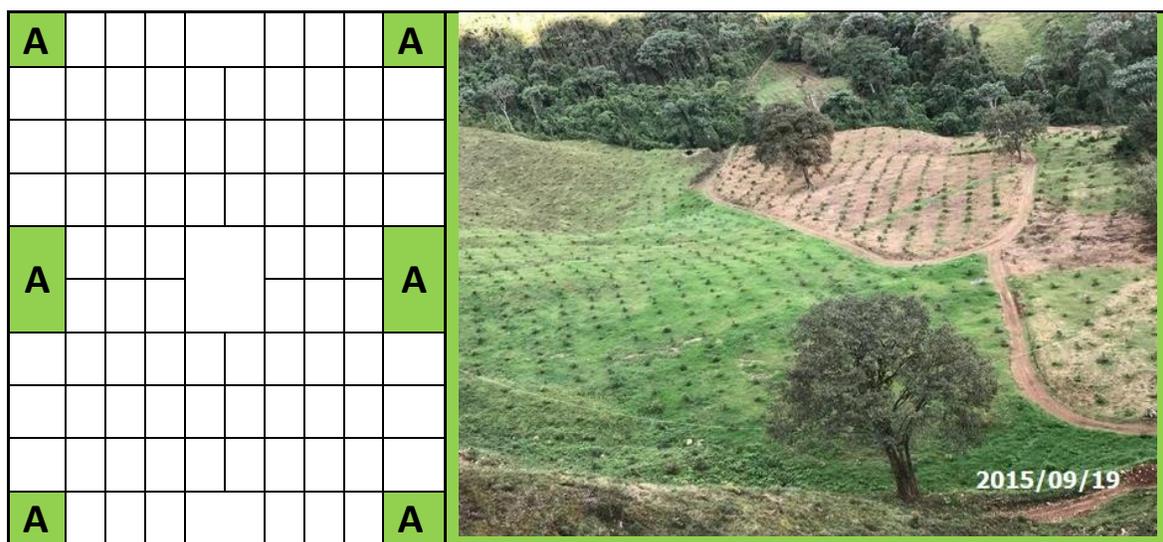
La distancia de siembra para el aguacate fue de 8 entre surcos y calles, mientras que para el Tomate de Árbol fue de 2,50 m entre plantas. Se sembró una totalidad de 40 árboles para la variedad del aguacate y 100 plántulas para el tomate de árbol. A continuación, presentamos la ilustraciones con los diferentes métodos y sistemas de siembra analizados.

Ilustración 3. *Sistema de siembra Asocio Aguacate y Tomate de Árbol.*



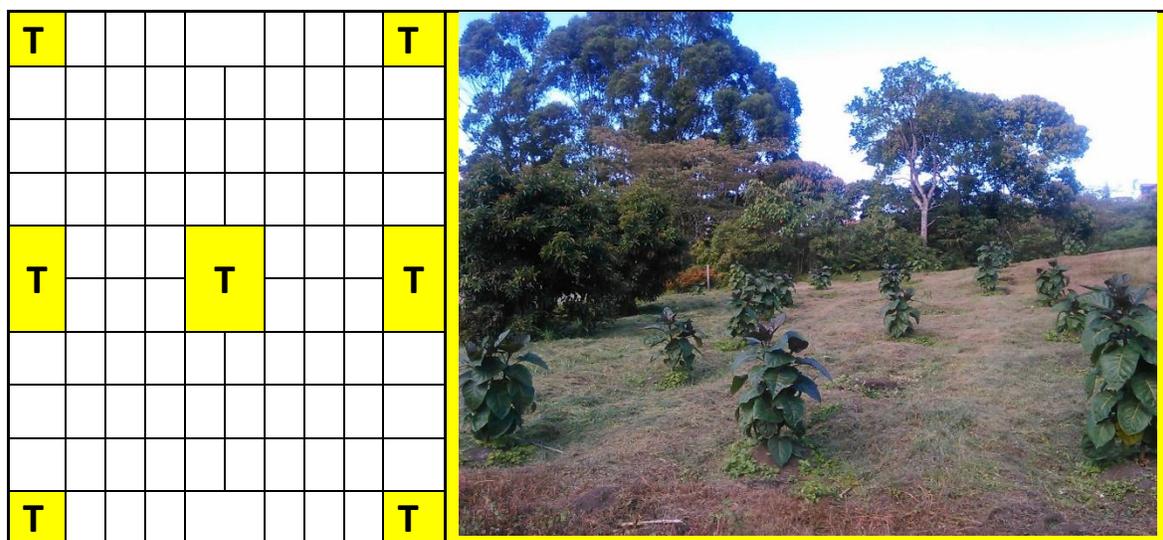
Nota. La Ilustración muestra el metodo de siembra empleado en el establecimiento del cultivo en asocio Toamte de Árbol y Aguacate. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Ilustración 4. Sistema de siembra Monocultivo Aguacate en cuadro.



Nota. La Ilustración muestra el metodo de siembra empleado en el establecimiento del cultivo en monocultivo aguacate. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Ilustración 5. Sistema de siembra monocultivo Tomate de Árbol en Tresbolillo



Nota. La Ilustración muestra el metodo de siembra empleado en el establecimiento del cultivo en monocultivo Tomate de Árbol. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cada sitio de siembra fue debidamente removido, desinfectado con métodos como la solarización, proceso que consiste en tapar herméticamente una capa de sustrato

(máximo 20 cm) completamente húmedo con un plástico de polietileno calibre 6 transparente para capturar la energía solar y así incrementar la temperatura en los primeros centímetros del suelo. El periodo de solarización fue de 30 días, donde se tuvieron en cuenta las condiciones climáticas de la zona, el proceso del calentamiento solar del suelo, abarca un complejo de cambios físicos, químicos y biológicos. El suelo así calentado fue usado para aumentar el crecimiento de las plantas y la cobertura también fue utilizada para limitar la evaporación de agua del suelo, para el control de arvenses, mejorar la estructura del suelo y para combatir la erosión (Lai, 1974; Waggoner *et al.*, 1960; Burrows y Larson, 1962); se aplicaron 40gm de cal dolomítica, posteriormente se empleó un método de origen natural, conocido como biofumigación, el cual consiste en aplicar materia orgánica al suelo (5kg/m²) y utilizar los gases resultantes de la descomposición de ésta para el control de patógenos de suelo. La materia orgánica utilizada fue de origen animal (estiércol fresco y restos de cultivo). La ilustración 6 muestra como quedó el sitio de siembra en el proceso de desinfección.

Ilustración 6. Desinfección del sitio de siembra (Solarización).



Nota. La Ilustración muestra como se realizó el método de desinfección de los sitios de siembra. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Siembra: El material vegetal fue puesto en campo con las siguientes medidas, el Aguacate conto con un diámetro del tallo a la hora de la siembra de entre 1,5 y 2,0 cm, y alturas de entre 50 y 55 cm, en cuanto al Tomate de Árbol 0,4 cm de diámetro del tallo y una altura de 10cm. Ver ilustración 7.

Ilustración 7. Siembra material vegetal, Aguacate Hass y Tomate de Árbol respectivamente.



Nota. La Ilustración muestra como se hizo la siembra del material vegetal. Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación, se presentan las tablas creadas para la coordinación y ejecución del programa de manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, además de los programas de fertilización y labores culturales.

Tabla 3. Programa de MIPEA, Fertilización y Labores Culturales, año 2015.

Programa de Fertilización, Manejo de Plagas, enfermedades, Arvenses y Labores Culturales, Aguacate Hass y Tomate de Árbol AÑO 2015																	
SEMANA		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
SIEMBRA Tomate A. y Aguacate		X															
Labores Culturales de sostenimiento	TOMATE A.			despunte	Riego										des-hoje -Poda de formación		
	AGUACATE			Plateo (Deshierbe Manual o Guadaña)											Plateo (Deshierbe Manual o Guadaña)		
FERTILIZACION EDAFICA	TOMATE A.	Elementos May 10-30- 10 - Dosis 20gm/planta		ENMIENDAS Abono Org. 50 gm x Planta - CAL DOLOMITICA 100 gm x Planta		Elementos Men Agrimin - Dosis 20gm/planta									Elementos May Triple 15 - Dosis 15gm/planta	Elementos Men Agrimin - Dosis 20gm/planta	
	AGUACATE																
FERTILIZACION FOLIAR (WUXAL-	Disis (WUXAL 20cc, 200 cc de OASIS, 100 cc de BP-150, 100 gm Nitr de Cal , 100 gm Nitr Pot)/20Lts																

				Manual o Guadaña)								Manual o Guadaña)		
FERTILIZACION EDAFICA	TOMATE A.			Elementos May Triple 15 - Dosis 25gm/planta	Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta					ENMIENDAS Abono Org. 50 gm x Planta – CAL DOLOMITICA 100 gm x Planta				Elementos May Triple 15 - Dosis 25gm/planta
	AGUACATE													Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta
FERTILIZACION FOLIAR (WUXAL- Tapa Negra) Intercalar con Mescla (Oasis, BP- 150, Nitrato de Cl, Nitrato de P)	Disis (WUXAL 20cc, 200 cc de OASIS, 100 cc de BP-150, 100 gm Nitr de Cal , 100 gm Nitr Pot)/20Lts													
TOMATE A.	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AGUACATE														
APLICACIÓN FUNGICIDA (Intercalar Manzate- Biológico(Polical- NeoFat)	Disis (20 cc de Neofat, 100 cc de Polical), (Manzate 200 WP 0,05kg)/20Lts													
TOMATE A.	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AGUACATE	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

APLICACIÓN	Disis (25 cc de VERIMAK, 20 cc de Allisin)/20Lts													
	INSECTICIDA	TOMATE			X			X			X			X
(Intercalar	A.													
Sintético-Biológico)	AGUACATE			X			X			X			X	

Nota. La tabla muestra el cronograma de las actividades de mantenimiento y sostenimiento de los cultivos estudiados, para un periodo de 6 meses, año 2015. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 4. Programa de MIPEA, Fertilización y Labores Culturales, año 2016.

Programa de Fertilización, Manejo de Plagas, enfermedades, Arvenses y Labores Culturales, Aguacate Hass y Tomate de Árbol AÑO 2016																
SEMANA		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Labores Culturales de sostenimiento	TOMATE A.	Riego				Podas de Formación		Riego	deshoje		Riego					
	AGUACATE	Riego				Plateo (Deshierbe Manual o Guadaña)			Riego		Riego					
FERTILIZACION EDAFICA	TOMATE A.				Elementos May Triple 15 - Dosis 100gm/planta		Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta			ENMIENDAS Abono Org. 50 gm x Planta – CAL				Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta	Elementos May Triple 15 - Dosis 100gm/planta	

	AGUACATE				Elementos May Triple 15 - Dosis 50gm/planta		Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta			DOLOMITICA 100 gm x Planta			Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta	Elementos May Triple 15 - Dosis 50gm/planta	
FERTILIZACION	Disis (WUXAL 20cc, 200 cc de OASIS, 100 cc de BP-150, 100 gm Nitr de Cal , 100 gm Nitr Pot)/20Lts														
FOLIAR (WUXAL- Tapa Negra)		X				X				X			X		
Intercalar con Mescla (Oasis, BP-150, Nitrato de Cl, Nitrato de P)	AGUACATE	X				X				X			X		
APLICACIÓN	Disis (20 cc de Neofat, 100 cc de Polical), (Manzate 200 WP 0,05kg)/20Lts														
FUNGICIDA (Intercalar Manzate- Biológico(Polical- NeoFat)	TOMATE A.	X		X		X		X		X		X		X	
	AGUACATE	X		X		X		X		X		X		X	
APLICACIÓN	Disis (25 cc de VERIMAK, 20 cc de Allisin)/20Lts														
INSECTICIDA (Intercalar	TOMATE A.			X			X			X			X		X

Sintético- Biológico)	AGUACATE		X			X			X			X			X
SEMANA		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Labores Culturales de sostenimiento	TOMATE A.									Tutorado	Riego				
	AGUACATE					Plateo (Deshierbe Manual o Guadaña)									
FERTILIZACION EDAFICA	TOMATE A.				Elementos May Triple 15 - Dosis 50gm/planta		ENMIENDAS Abono Org. 50 gm x Planta – CAL DOLOMITICA 100 gm x Planta								Elementos May Triple 15 - Dosis 50gm/planta
	AGUACATE					Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta								Elementos Men Agrimin - Dosis 40gm/planta	
Disis (WUXAL 20cc, 200 cc de OASIS, 100 cc de BP-150, 100 gm Nitr de Cal , 100 gm Nitr Pot)/20Lts															

2.5.2 Segunda fase

En la segunda fase se continua con las labores y el proceso de sostenimiento expresado en la primera fase, donde se lleva a cabo un manejo integrado de Fertilización, Plagas, Enfermedades y Arvenses (MIPEA), haciendo énfasis en el cultivo de Tomate de árbol, el cual, por sus características fue necesario prestar una mayor atención ya que a partir del primer año terminaba gran parte del desarrollo vegetativo y daba inicio a su periodo productivo y se realiza el muestreo o toma de datos en campo, insumo que permite desarrollar la fase tres (análisis de resultados).

A continuación, se presentan las tablas de registro con las cuales se tomaron los datos en campo, altura y diámetro del tallo sistema de siembra en asocio, altura y diámetro del tallo sistema de siembra tradicional o mono cultivo.

Tabla 5. Datos cultivo de Aguacate Asocio (Diámetro de tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	1,8	2	2,5	2,8	3	3,3	3,5	3,8	4	4,2	4,4	4,6	5	5,4	5,7	6	6,4	6,7	7	7,5
INDIVIDUO 2 (cm)	2	2	2,3	2,8	3	3,2	3,6	3,8	4,2	4,4	4,7	4,8	5,2	5,4	5,8	6,2	6,5	6,8	7	7,4
INDIVIDUO 3 (cm)	2	2,2	2,5	3	3,2	3,5	3,7	4	4,3	4,5	4,7	5	5,5	5,8	6,2	6,5	6,8	7	7,2	7,5
INDIVIDUO 4 (cm)	2,5	2,8	3	3,3	3,5	3,5	3,5	3,7	3,7	3,7	3,9	4,2	4,5	4,5	4,5	4,8	4,8	4,8	5	5
INDIVIDUO 5 (cm)	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	3	3	3	3,3	3,3	3,3	3,7	3,7	4	4	4,3	4,3	4,3	4,5	4,5
INDIVIDUO 6 (cm)	2,4	2,6	2,8	3	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	5	5,4	5,7	5,9	6,4	6,8	7	7,4	7,7
INDIVIDUO 7 (cm)	2,7	3	3,3	3,5	3,8	4	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7	7	7,2	7,5

INDIVIDUO 8 (cm)	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,9	5,2	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,8	5,8	5,8
INDIVIDUO 9 (cm)	2	2,2	2,5	2,8	3,4	3,6	3,7	3,8	4	4,2	4,3	4,6	4,8	5	5,2	5,5	5,8	6	6,2	6,3
INDIVIDUO 10 (cm)	2,7	3	3,2	3,4	3,6	3,9	4	4,2	4,5	4,8	5	5,3	5,6	5,9	6,3	6,8	7,2	7,6	8	8,2
Promedio	2,29	2,51	2,75	3,02	3,29	3,53	3,69	3,9	4,13	4,3	4,5	4,77	5,07	5,31	5,54	5,86	6,09	6,3	6,53	6,74

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo realizado en el cultivo de Aguacate en asocio (Diámetro de tallo cm). Fuente:

Elaboración propia, 2015.

Tabla 6. Datos cultivo de Aguacate en asocio (Altura del tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	55	59	62	64	68	70	73	75	78	80	83	85	88	91	93	95	98	101	103	106
INDIVIDUO 2 (cm)	62	65	69	72	74	76	79	82	84	88	90	95	98	100	105	108	110	115	119	122
INDIVIDUO 3 (cm)	48	52	55	59	63	68	70	74	78	80	84	86	90	95	99	102	107	110	115	120
INDIVIDUO 4 (cm)	58	62	65	69	74	78	82	85	89	93	98	100	104	107	111	114	120	126	130	134
INDIVIDUO 5 (cm)	65	67	71	74	77	78	79	81	82	85	86	86	88	89	90	93	95	96	98	98
INDIVIDUO 6 (cm)	52	55	59	61	63	67	69	71	73	76	79	82	86	90	93	99	105	109	114	118
INDIVIDUO 7 (cm)	50	54	58	61	62	65	67	70	72	75	78	80	81	83	85	88	90	93	94	96
INDIVIDUO 8 (cm)	63	65	66	68	71	72	75	76	79	81	82	84	86	87	89	90	91	92	94	95
INDIVIDUO 9 (cm)	60	63	69	70	72	73	75	78	80	83	84	86	87	88	90	92	94	96	98	101
INDIVIDUO 10 (cm)	54	58	63	68	70	73	77	79	83	88	95	99	105	110	113	116	120	126	130	135
Promedio	56,7	60	63,7	66,6	69,4	72	74,6	77,1	79,8	82,9	85,9	88,3	91,3	94	96,8	99,7	103	106,4	109,5	112,5

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Aguacate en Asocio (Altura del tallo cm). Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 7. Datos cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	2,1	2,2	2,4	2,4	2,6	2,9	3	3,4	3,6	3,8	3,9	4	4,3	4,5	4,8	5	5,3	5,6	6	6,3
INDIVIDUO 2 (cm)	2,4	2,6	2,7	2,8	3,1	3,2	3,5	3,9	4,1	4,4	4,6	4,7	4,9	5	5,3	5,4	5,7	6	6,5	6,9
INDIVIDUO 3 (cm)	1,8	2	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3	3,2	3,3	3,5	3,8	3,9	4	4,2	4,6	4,8	5	5,2	5,5
INDIVIDUO 4 (cm)	1,5	1,7	1,9	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,9	4,2	4,5	4,8	5	5,5	5,9	6,5	7	7,4
INDIVIDUO 5 (cm)	2	2,2	2,3	2,4	2,9	3	3,2	3,6	3,8	4	4,4	4,6	4,8	5,1	5,4	5,6	5,9	6,3	6,7	7
INDIVIDUO 6 (cm)	1,5	1,8	2	2,3	2,6	2,9	3	3,4	3,7	4	4,2	4,6	4,9	5,5	5,9	6,3	6,8	7	7,4	7,9
INDIVIDUO 7 (cm)	2	2,3	2,6	2,8	3	3,2	3,5	3,8	3,9	4	4,2	4,5	4,7	5	5,4	5,9	6,5	6,9	7,2	7,7
INDIVIDUO 8 (cm)	2,5	2,7	2,9	3,3	3,3	3,4	3,8	4	4,4	4,9	5	5,2	5,3	5,3	5,6	5,8	6	6,1	6,3	6,5
INDIVIDUO 9 (cm)	2,3	2,5	2,5	2,6	2,8	3	3,3	3,5	3,6	3,6	3,8	3,9	4	4,3	4,5	4,6	4,8	5	5,2	5,4
INDIVIDUO 10 (cm)	2,1	2,5	2,7	3	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,2	4,5	4,7	4,8	4,9	5,1	5,3	5,7	6	6,2
Promedio	2,02	2,25	2,43	2,6	2,83	3,02	3,24	3,52	3,73	3,95	4,17	4,4	4,6	4,83	5,1	5,38	5,7	6,01	6,35	6,68

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm). Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 8. Datos cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm).

FECHA	02 de junio	16 de junio	03 de julio	15 de julio	02 de agosto	16 de agosto	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre	16 de octubre	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero	01 de febrero	2 de marzo	2 de abril	4 de mayo	01 de junio	01 de julio
-------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------------------	--------------------------	---------------	---------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------	---------------	------------	------------	-----------	-------------	-------------

	de 2015			e de 2015	e de 2015				de 2016	o de 2016	de 2016									
INDIVIDUO 1 (cm)	65	67	69	73	74	77	83	86	89	90	92	99	92	95	99	105	112	115	121	125
INDIVIDUO 2 (cm)	55	59	61	62	65	67	70	74	78	80	81	83	86	89	91	92	95	99	105	110
INDIVIDUO 3 (cm)	69	71	72	75	77	79	81	83	85	86	88	91	95	99	105	110	116	121	127	135
INDIVIDUO 4 (cm)	48	53	55	57	59	63	65	69	72	77	81	82	83	86	89	91	93	95	99	102
INDIVIDUO 5 (cm)	60	62	65	66	69	71	73	75	79	83	84	85	87	89	90	91	94	99	116	122
INDIVIDUO 6 (cm)	78	80	82	83	84	85	88	90	92	95	99	106	112	120	126	130	137	145	148	152
INDIVIDUO 7 (cm)	72	75	78	79	80	82	83	84	85	89	91	93	94	96	99	103	106	108	112	114
INDIVIDUO 8 (cm)	68	69	70	72	75	77	78	79	81	82	83	85	87	88	90	92	95	98	100	104
INDIVIDUO 9 (cm)	61	65	68	71	75	79	83	86	89	94	99	106	111	117	126	131	137	142	147	155
INDIVIDUO 10 (cm)	58	60	61	61	62	64	64	66	68	69	71	73	74	75	78	79	82	84	87	91
Promedio	63,4	66,1	68,1	69,9	72	74,4	76,8	79,2	81,8	84,5	86,9	90,3	92,1	95,4	99,3	102,4	106,7	110,6	116,2	121

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Aguacate Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm). Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 9. Datos cultivo de Tomate de Árbol en asocio (Diámetro de tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	0,4	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,5	2,8	3	3,3	3,8	4,1	4,3	4,8	5	5,3	5,5
INDIVIDUO 2 (cm)	0,5	0,6	1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	3,7	3,9	4	4,2	4,5
INDIVIDUO 3 (cm)	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,3	2,4	2,5	2,7	3	3,5	3,9	4,2	4,3	4,5	4,8	5
INDIVIDUO 4 (cm)	0,4	0,8	1	1,1	1,2	1,5	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3	3,2	3,3	3,8	4	4,2	4,5	4,6	4,8
INDIVIDUO 5 (cm)	0,4	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,5	1,7	2	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3	3,3	3,7	4	4,2
INDIVIDUO 6 (cm)	0,8	1	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2	2,1	2,3	2,5	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,9	4,1	4,3	4,6

INDIVIDUO 7 (cm)	0,8	0,9	1	1,3	1,6	1,7	1,9	2	2,3	2,5	2,8	3,2	3,4	3,6	3,9	4,3	4,5	4,9	5,3	5,8
INDIVIDUO 8 (cm)	0,4	0,5	0,9	1	1,2	1,5	1,6	1,8	2	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,6
INDIVIDUO 9 (cm)	0,5	0,6	0,7	1	1,2	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	2,9	3	3,2	3,5	3,7	3,9	4,2
INDIVIDUO 10 (cm)	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2	2,2	2,3	2,5	2,9	3	3,4	3,9	4,3	4,5	4,8	5,3
Promedio	0,56	0,71	0,92	1,12	1,28	1,46	1,62	1,83	2,05	2,3	2,51	2,73	2,99	3,22	3,54	3,8	4,08	4,32	4,57	4,85

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Tomate de Árbol Asocio (Diámetro de tallo cm). Fuente:

Elaboración propia, 2015.

Tabla 10. Datos cultivo de Tomate de Árbol en Asocio (Altura del tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	10	13	16	24	29	36	41	49	57	68	76	89	97	116	132	145	163	194	202	190
INDIVIDUO 2 (cm)	11	10,6	11	15	19	26	32	38	46	59	68	78	90	115	127	151	167	176	181	185
INDIVIDUO 3 (cm)	0,7	7,8	10,9	13	18	25	30	37	45	54	66	77	85	93	99	105	109	115	118	111
INDIVIDUO 4 (cm)	10	10	12	16	25	36	44	56	63	71	77	86	89	91	99	107	115	119	125	93
INDIVIDUO 5 (cm)	12	10,5	10,9	11,8	12,6	16	22	29	35	43	49	56	64	79	86	92	103	114	123	88
INDIVIDUO 6 (cm)	0,8	13	15	18	22	29	35	39	46	52	59	67	78	87	105	123	141	162	183	67
INDIVIDUO 7 (cm)	0,9	16	23	29	38	44	53	66	78	91	99	110	126	138	155	169	177	185	196	74
INDIVIDUO 8 (cm)	10	13	15	12	19	23	28	36	49	57	66	79	92	116	127	140	148	155	163	79
INDIVIDUO 9 (cm)	11	13	16	22	26	29	37	43	49	55	64	77	89	119	126	134	147	153	166	160
INDIVIDUO 10 (cm)	12	12	16	20	24	29	32	39	42	50	55	63	77	85	99	111	127	134	145	195
Promedio	7,84	11,89	14,58	18,08	23,26	29,3	35,4	43,2	51	60	67,9	78,2	88,7	103,9	115,5	127,7	139,7	150,7	160,2	124,2

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Tomate de Árbol en asocio (Altura del tallo cm). Fuente:

Elaboración propia, 2015.

Tabla 11. Datos cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
INDIVIDUO 1 (cm)	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,3	1,4	1,7	1,9	2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5
INDIVIDUO 2 (cm)	0,4	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5	2,6	2,8	3	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,2
INDIVIDUO 3 (cm)	0,3	0,5	0,9	1	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	2,3	2,6	2,8	3	3,2	3,3	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1
INDIVIDUO 4 (cm)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,6	3,9	4,3	4,5
INDIVIDUO 5 (cm)	0,6	0,9	1	1,3	1,5	1,8	1,9	2,3	2,5	2,8	2,9	3,2	3,5	2,6	3,8	4	4,3	4,8	5,3	5,8
INDIVIDUO 6 (cm)	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3	3,4	3,9	4,3	4,5	4,9	5,2
INDIVIDUO 7 (cm)	0,5	0,6	0,9	1	1,2	1,5	1,8	1,9	2,2	2,5	2,6	2,9	3,1	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,5	4,8
INDIVIDUO 8 (cm)	0,4	0,5	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,3
INDIVIDUO 9 (cm)	0,8	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9
INDIVIDUO 10 (cm)	0,9	1	1,2	1,3	1,5	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4	4,3	4,5	4,7	4,9	5,4
Promedio	0,56	0,72	0,92	1,06	1,23	1,48	1,62	1,83	2,01	2,23	2,45	2,66	2,89	3,01	3,33	3,58	3,79	4,03	4,34	4,67

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Diámetro de tallo cm).

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 12. Datos cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm).

FECHA	02 de junio de 2015	16 de junio de 2015	03 de julio de 2015	15 de julio de 2015	02 de agosto de 2015	16 de agosto de 2015	02 de septiembre de 2015	15 de septiembre de 2015	01 de octubre de 2015	16 de octubre de 2015	01 de noviembre de 2015	16 de noviembre de 2015	02 de diciembre de 2015	4 de enero de 2016	01 de febrero de 2016	2 de marzo de 2016	2 de abril de 2016	4 de mayo de 2016	01 de junio de 2016	01 de julio de 2016
-------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	--------------------	--------------------	-------------------	---------------------	---------------------

INDIVIDU O 1 (cm)	12	15	22	26	35	39	45	49	56	69	75	87	96	115	125	138	147	155	162	169
INDIVIDU O 2 (cm)	13	19	25	29	35	39	45	49	56	59	65	71	79	85	96	102	110	115	125	130
INDIVIDU O 3 (cm)	10	12	15	20	25	29	36	39	46	49	57	62	68	76	85	99	115	126	139	151
INDIVIDU O 4 (cm)	8	10	15	19	22	29	33	36	39	44	49	52	55	59	63	65	71	76	79	83
INDIVIDU O 5 (cm)	9	13	15	18	20	25	29	33	39	45	48	55	59	64	68	75	78	86	91	98
INDIVIDU O 6 (cm)	7	9	11	16	22	32	38	46	49	55	59	67	76	85	96	99	115	121	126	130
INDIVIDU O 7 (cm)	5	9	12	16	19	25	29	33	39	45	49	53	59	63	65	72	78	86	90	94
INDIVIDU O 8 (cm)	6	13	7	10	15	23	29	32	39	44	46	52	59	64	69	77	87	99	110	123
INDIVIDU O 9 (cm)	12	16	21	26	33	39	45	49	55	63	75	83	92	100	110	125	136	149	155	159
INDIVIDU O 10 (cm)	11	15	20	25	29	33	38	39	42	45	49	55	59	63	66	69	74	76	79	82
Promedio	9,3	13,1	16,3	20,5	25,5	31,3	36,7	40,5	46	51,8	57,2	63,7	70,2	77,4	84,3	92,1	101,1	108,9	115,6	121,9

Nota. La tabla muestra los datos del muestreo hecho al cultivo de Tomate de Árbol Tradicional-Mono Cultivo (Altura del tallo cm).

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.5.3 Tercera fase

En la fase tres se realizará el análisis estadístico y la evaluación de los resultados de la información tomada en campo, mediante la herramienta o software R commander, versión *R 3.0.2 for Windows*, haciendo una interpretación más precisa de las variables estudiadas, también se expondrán las gráficas obtenidas con los resultados, con su respectivo análisis. Finalmente tendremos las conclusiones y recomendaciones basadas en el estudio realizado.

3. Resultados y Discusión

Teniendo como base la literatura consultada expresada en la primera parte de la metodología, las propiedades físico/químicas del suelo de la región, principalmente la textura, la capacidad de infiltración, el contenido de M.O. y demás característicos, expresan un suelo con texturas franco arenosas, pH medianamente ácido, calcio poco asimilable, potasio y fósforo presentes, pero posiblemente con alta fijación o poco asimilables para las plantas, sodio y aluminio altos, por el color y textura del suelo se podría inferir que el porcentaje de materia orgánica asimilable es bueno. Dado que no se contó con los recursos económicos para realizar un análisis físico/químico de las propiedades del suelo al momento de la siembra, se optó por investigar las condiciones generales de los suelos de la zona y los requerimientos nutricionales de cada uno de los cultivos estudiados como se expresa en la primera parte de la metodología, para luego cruzar la información, sugiriendo un programa de fertilización que hizo énfasis en la relación suelo, planta y niveles de absorción, como ya se ha expresado, uno de los objetivos del estudio fue tratar de determinar los niveles de adaptación inicial (etapa vegetativa) de cada uno de los cultivos bajo el sistema de asocio. En ambas especies se buscó una fertilización que permitiera brindar a las plantas, un desarrollo óptimo de todo el grupo vegetativo, sistema radicular, tallo y

hojas, adicionalmente en el caso del Tomate de Árbol para flores y Fruto, algunos de los productos empleados para el área foliar en esta etapa fueron **WUXAL-Tapa Negra Intercalado con Oasis, BP-150, Nitrato de Cl, Nitra de P y para el suelo Triple 15 y 10-30-10, M.O. (Gallinaza) y Cal dolomita**, ver Tablas 3 y 4. Programa de Fertilización y MIPEA, con el programa y la dosificación empleada para cada especie.

3.1 Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades y Arvenses:

Con respecto al control de plagas, enfermedades y arvenses, se realizó un monitoreo constante con el fin de identificar, cada una de estas limitantes en el desarrollo vegetativo de cada cultivo estudiado, en la etapa de siembra se estableció un programa de manejo dirigido al suelo, mediante un sistema de desinfección, dirigido a cualquier tipo de afectación a la raíz, bien fuese por plagas o enfermedades (Hongos, Bacterias, nematodos e insectos), como se expresó anteriormente en la preparación del terreno, el método de solarización fue una de las herramientas empleadas en esta etapa, complementando con algunos productos preventivos de origen biológico y otros sintéticos. Posteriormente y cuando la planta ya estuvo adaptada, iniciamos con la etapa de prevención al ataque de plagas y enfermedades de tallo y hojas, empleado un sistema de riego con productos preventivos como NeoFat, Polical y Manzate alternados para el control de Hongos y Verimak y Allisin para el manejo de insectos trozadores y vectores de enfermedades, Ver Tablas 3 y 4. Programa de Fertilización y MIPEA, donde se expresan la dosificación empleada para cada producto.

la mayor incidencia se presentó con la aparición del Cucarrón Marceño (*Phyllophaga obsoleta*), con una incidencia baja del 4% principalmente para el cultivo de aguacate. En cuanto al tomate de árbol una fuerte granizada ocasiono el daño de hojas y reducción del área foliar en

algunas plantas con una incidencia del 10 %, a continuación, se evidencia este fenómeno en la ilustración 8.

Ilustración 8. Daño de hojas en Tomate de Árbol, causado por Granizo.



Nota. La Ilustración muestra el daño ocasionado por factores ambientales (granizo). Fuente: Elaboración propia, 2016.

El control de arvenses se hizo en los primeros 2 meses manualmente en un radio de 1 M², alrededor de las plantas y en las calles con guadaña, ver figuras 10 y 11, posteriormente el control de estas siempre fue con guadaña entre plantas y calles, como se presenta en la ilustración 9.

Ilustración 9. Deshierbe y Manejo de Arvenses.



Nota. La Ilustración muestra como quedaron las plantas luego del deshierbe. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.2 Labores culturales:

Dentro de las labores realizadas se emplearon métodos tanto de mantenimiento como de sostenimiento, independientes para cada cultivo, teniendo como base el marco teórico, las más importantes como el riego, las podas de formación, el deshoje y demás quedo, planeado según las características de cada cultivo en el caso del Tomate de Árbol, el cual requirió de todas las labores necesarias para llegar en óptimas condiciones a la etapa productiva, empezando en las primeras semanas por el despunte, posteriormente se realizó una proyección periódica de deshoje, con el fin de disminuir el riesgo de daño por altos niveles de humedad, finalizando la etapa vegetativa inicial y antes de empezar la etapa productiva se realizó la labor de **tutorado**, el cual consiste en realizar un amarre cuidadoso de las ramas, tomando un palo de madera o tutor resistente, con una longitud aproximada de 3,20 m, para que pueda sobre pasar la altura de la planta, posteriormente se da la vuelta a la planta por la ramas periféricas haciendo cuantos

amarres sean necesarios con una banda elástica de tela, según el número de ramas productivas; todo esto con el fin de evitar el desgaje de estas por efectos del viento, a continuación vemos en la ilustración 10, como se realizó esta labor.

Ilustración 10. Tutorado Tomate de Árbol, semana 25.



Nota. La Ilustración muestra el método de tutorado empleado en el establecimiento del cultivo de Tomate de Árbol. Fuente: Elaboración propia, 2016.

A continuación, vemos en la figura 13, como quedaron los cultivos de las 2 especies estudiadas al finalizar el periodo de estudio, en semana 26 del año 2016, ver ilustración # 11.

Ilustración 11. Aguates y Tomate de Árbol, semana 26.



Nota. La Ilustración muestra el desarrollo del cultivo de Tomate de Árbol y el Aguacate en la fase final del estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Seguimiento en campo y registro de datos, se elaboró una tabla de apoyo para la recolección de la información, la cual se divide en dos partes por especie, una para el registro del crecimiento del tallo en longitud y la otra para registrar el diámetro, durante los primeros 6 meses el registro se hizo cada 15 días, y los últimos 6 meses se hizo mensualmente.

3.3 Análisis estadístico

El diseño del muestreo fue completamente al azar, teniendo en cuenta el tipo de estudio y la información que se pretendía obtener, para el caso de comparar dos o más tratamientos, fue completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizaron en orden aleatorio completo. Así que se tomó la muestra de 30 plantas de Aguacate y 100 de Tomate de Árbol, de las cuales se tomaron como base 10 plantas y 20 muestras por especie y sistema estudiado

(Asocio y Mono Cultivo), las muestras fueron recolectadas durante los primeros 6 meses cada 15 días, y los últimos 6 meses se hizo cada 30 días, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de estadística descriptiva y prueba de comparación, mediante la herramienta o software R commander, versión *R 3.0.2 for Windows*. R es un software de programación libre que se utiliza para el procesamiento y análisis estadístico de datos implementado en el lenguaje S de GNU, aunque para algoritmos computacionalmente exigentes se emplean lenguajes como C, C++ o Fortran. Es una herramienta informática (específicamente, un lenguaje computacional) sumamente potente para realizar distintos cálculos científicos, numéricos y estadísticos, así como para crear gráficas y figuras de gran calidad. Permite cómodamente presentar la información correspondiente a los usuarios, a la vez que hace posible registrar el proceso estadístico de forma que la documentación quede disponible a posibles auditorias que avalen los resultados obtenidos del estudio. la simulación de variables aleatorias en los casos univariante y multivariante, la representación gráfica de datos univariantes y multivariantes, y la programación de tareas estadísticas con el lenguaje de programación.

3.4 Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante la recolección de la información obtenida en campo y puesta en la base de datos que fue analizada estadísticamente con las herramientas antes mencionadas, de la cual obtuvimos las conclusiones y las recomendaciones del presente estudio.

Tabla 13. *Interpretación de datos, Estadística descriptiva (Diámetro del tallo).*

<i>Diámetro Monocultivo Aguacate</i>	<i>Diámetro Cultivo Asocio Aguacate</i>	<i>Diámetro Monocultivo Tomate</i>	<i>Diámetro Cultivo Asocio Tomate</i>
--	---	--	---

Media	4,1405	Media	4,506	Media	2,4205	Media	2,523
Error típico	0,317	Error típico	0,310	Error típico	0,281	Error típico	0,302
Mediana	4,06	Mediana	4,4	Mediana	2,34	Mediana	2,405
Desviación estándar	1,418	Desviación estándar	1,388	Desviación estándar	1,256	Desviación estándar	1,349
Varianza de la muestra	2,011	Varianza de la muestra	1,926	Varianza de la muestra	1,577	Varianza de la muestra	1,821
Curtosis	-1,046	Curtosis	-1,173	Curtosis	-1,091	Curtosis	-1,187
Coefficiente de asimetría	0,227	Coefficiente de asimetría	0,053	Coefficiente de asimetría	0,214	Coefficiente de asimetría	0,229
Rango	4,66	Rango	4,45	Rango	4,11	Rango	4,29
Mínimo	2,02	Mínimo	2,29	Mínimo	0,56	Mínimo	0,56
Máximo	6,68	Máximo	6,74	Máximo	4,67	Máximo	4,85
Suma	82,81	Suma	90,12	Suma	48,41	Suma	50,46
Cuenta	20	Cuenta	20	Cuenta	20	Cuenta	20

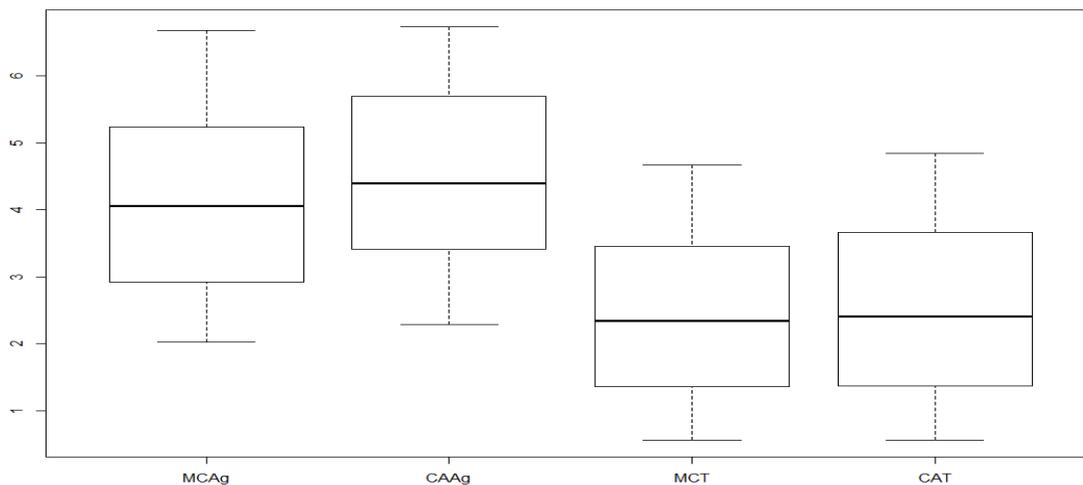
Nota. La tabla muestra la interpretación de la estadística descriptiva (Diámetro del tallo), para el análisis de los datos obtenidos en campo. Fuente: Elaboración propia, 2016.

3.5 Interpretación y análisis de resultados diámetro del tallo (estadística descriptiva)

Conforme identificado en la gráfica 4, se presenta un gráfico Boxplot, en él se comparan las mediciones del diámetro del Monocultivo Aguacate (MCAg) y Cultivo Asocio Aguacate (CAAg), Monocultivo Tomate (MCT) y Cultivo Asocio Tomate (CAT). Lo que podemos observar que en el caso del Monocultivo Aguacate (MCAg) y Cultivo Asocio Aguacate (CAAg), el diámetro del Cultivo Asocio Aguacate (CAAg) presenta mejor desarrollo que en el Monocultivo Aguacate teniendo los valores 75% mayores, conforme resultados del tercer cuartil.

El mismo comportamiento puede ser observado en la comparación del Monocultivo Tomate (MCT) y Cultivo Asocio Tomate (CAT), que presenta mejor desarrollo que en el Cultivo Asocio Tomate (CAT) teniendo los valores 75% mayores, conforme resultados del tercer cuartil. A continuación, se representa en gráfica 4, los resultados antes expuestos.

Gráfico 4. Estadística descriptiva (Diámetro del tallo).



Nota. El gráfico representa la interpretación de los datos de la estadística descriptiva (Diámetro del tallo), para el análisis de los datos obtenidos en campo. Fuente: Elaboración propia, 2016.

MCAg	Diámetro Monocultivo Aguacate
CAAg	Diámetro Cultivo Asocio Aguacate
MCT	Diámetro Monocultivo Tomate
CAT	Diámetro Cultivo Asocio Tomate

3.6 Interpretación cualitativa

Si bien la interpretación y el análisis descriptivo del muestreo tomado en campo, nos muestra un mejor desarrollo en las primeras etapas en el sistema de producción en asocio, es

necesario tomar en cuenta todas las variables que pueden llevar a este fenómeno, dado que las condiciones del suelo y el estado del mismo representan un factor fundamental para la adaptación de las plantas en campo. “De acuerdo al desarrollo y mayor capacidad exploratoria de las raíces del tomate de árbol, se recomienda los suelos de textura franco, con pH ligeramente ácido a neutro (6 -7) para mejorar la disposición de los nutrientes, con buen contenido de materia orgánica (4 – 5 %) para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y mediana profundidad (50 cm o más)”. (León, Viteri & Cevallos, 2004, p. 6).

J. A. Samaniego-Russo & E. Sánchez (1999), observó que, durante el primer año de establecidos, los diferentes cultivares tuvieron un crecimiento mínimo, que osciló de 0.45 a 0.8 cm sin diferencia estadística entre ellos, durante el segundo año de establecidos en campo se presenta un notable incremento en el crecimiento donde los cultivares Fuerte, San Miguel y Ensenada fueron estadísticamente superiores a Hass, esto coincide con lo señalado por Embleton *et al.* (1955) que en sus primeras etapas ‘Hass’ es de menor crecimiento. En tercer año alcanzaron un incremento superior estadísticamente que ‘Fuerte’ con 15.8 cm le siguió ‘San Miguel’ con 6.8 cm y por último ‘Ensenada’ y ‘Hass’, estos crecimientos tan altos se lograron debido a que se tuvieron óptimas condiciones para el desarrollo vegetativo debido a que el área fotosintética es buena y presenta una baja competición por fotosintatos, ya que tuvieron poca frutificación; en los siguientes tres años el crecimiento se estabilizó ya que se inicia la producción intensa de frutos y existe mayor competición por fotosintatos entre la fuente y demanda del árbol.

El análisis de la variable diámetro de tallo muestra diferencia significativa entre los sistemas de siembra, dado que se evidencia un mejor desarrollo en la asociación de cultivos en un 75%, conforme con los resultados del tercer cuartil. No obstante, es de resaltar que el sistema en asocio

implica un mayor y mejor seguimiento a las plántulas en su primera etapa para evitar la competencia por luz y nutrientes, además de que la fertilización debe ser apropiada e independiente para cada cultivo.

Tabla 14. Interpretación de datos, Estadística descriptiva (Altura del tallo).

Altura Monocultivo Aguacate		Altura Cultivo Asocio Aguacate		Altura Monocultivo Tomate		Altura Cultivo Asocio Tomate	
Media	87,855	Media	84,51	Media	59,17	Media	72,563
Error típico	3,859	Error típico	3,788	Error típico	8,026	Error típico	11,298
Mediana	85,7	Mediana	84,4	Mediana	54,5	Mediana	63,95
Desviación estándar	17,260	Desviación estándar	16,942	Desviación estándar	35,894	Desviación estándar	50,528
Varianza de la muestra	297,911	Varianza de la muestra	287,047	Varianza de la muestra	1288,379	Varianza de la muestra	2553,065
Curtosis	-0,880	Curtosis	-1,105	Curtosis	-1,140	Curtosis	-1,313
Coefficiente de asimetría	0,405	Coefficiente de asimetría	0,037	Coefficiente de asimetría	0,308	Coefficiente de asimetría	0,332
Rango	57,6	Rango	55,8	Rango	112,6	Rango	152,36
Mínimo	63,4	Mínimo	56,7	Mínimo	9,3	Mínimo	7,84
Máximo	121	Máximo	112,5	Máximo	121,9	Máximo	160,2
Suma	1757,1	Suma	1690,2	Suma	1183,4	Suma	1451,25
Cuenta	20	Cuenta	20	Cuenta	20	Cuenta	20

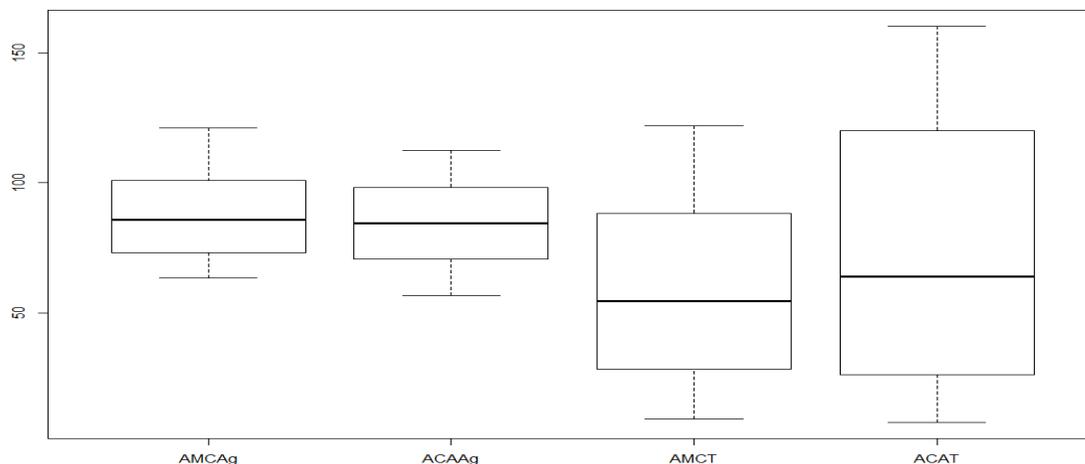
Nota. La tabla muestra la interpretación de la estadística descriptiva (Altura del tallo), para el análisis de los datos obtenidos en campo. Fuente: Elaboración propia, 2016.

3.7 Interpretación y análisis de resultados *Altura del tallo (estadística descriptiva)*

En el caso de los análisis realizados entre con relación a la altura registrada en el Monocultivo Aguacate (AMCAg) y el Cultivo Asocio Aguacate (ACAAg) podemos observar por el gráfico Boxplot de la gráfica 5, que no hay diferencia significativa en la dispersión de los datos presentados.

Cuando comparamos los datos de la altura del Monocultivo Tomate (AMCT) y la altura del Cultivo Asocio Tomate (ACAT), podemos identificar que hay una diferencia significativa entre los dos. Posicionando la altura del Cultivo Asocio Tomate (ACAT) como mejor desarrollada que en el Monocultivo Tomate (AMCT), conforme resultados del tercer cuartil, lo cual representa una gran dispersión en 75% de las alturas del estudio. A continuación, se representa en gráfica 5, los resultados antes expuestos.

Gráfico 5. Estadística descriptiva (Altura del tallo).



Nota. El gráfico representa la interpretación de los datos de la estadística descriptiva (Altura del tallo), para el análisis de los datos obtenidos en campo. Fuente: Elaboración propia, 2016.

AMCAg	Altura Monocultivo Aguacate
ACAAG	Altura Cultivo Asocio Aguacate
AMCT	Altura Monocultivo Tomate
ACAT	Altura Cultivo Asocio Tomate

3.8 Interpretación cualitativa

Con base en los datos observados en el gráfico 5, de la variable AMCAg en el que se compara con ACAAG, podemos ver cómo cambia un poco la tendencia frente al diámetro, en este caso quien se percibe con mejor y mayor altura son las pantas del sistema en monocultivo (AMCAg) con una máxima promedio de 116,2cm y una mínima en el ACAAG de 60cm, esto se puede explicar un poco dado que al asociarse un cultivo de aguacate con un cultivo de tomate de árbol, el cual tiene un desarrollo bastante precoz en altura, lo que puede ocasionar mayor competencia por luz, y esto reduce el rendimiento de la planta de aguacate en cuanto a esta variable; no obstante si se da el manejo adecuado al sistema como es nuestro caso, vemos como la diferencia realmente no es significativa con respecto al sistema de monocultivo.

El grafico 5, que representa el promedio de la variable altura entre el sistema de MCT y el CAT, nos muestra como el desarrollo de las plantas en ambos sistemas es bastante similar, en muy pocos casos esta variable toma ventaja en el sistema de CAT, con esta información vemos que ambos sistemas tienen un comportamiento muy parecido, teniendo en cuenta que las distancias de siembra son las mismas en los dos sistemas, esto infiere que en al emplear el método o sistema de producción en asocio dicha variable no tiene problema alguno, siempre y cuando se garanticen las condiciones adecuadas en el manejo del cultivo en general.

J. A. Samaniego-Russo & E. Sánchez (1999), El patrón de incremento anual en altura, es similar al presentado para diámetro de tallo, donde el primer año presenta valores más bajos; en

1990 el cultivar Ensenada fue superior estadísticamente con valor de 126 cm, a 'Fuerte' y 'San Miguel' con 101 y 96 cm, respectivamente, que a su vez fueron superiores a 'Hass' con 42 cm; el tercer y cuarto año se logran los máximos crecimientos promedio de las cuatro cultivares coincidiendo con lo señalado para crecimiento de diámetro de tallo. El quinto año el cultivar Hass supera estadísticamente al resto con crecimiento anual de 150 cm, se observan datos negativos en el crecimiento de los cultivares Fuerte y San Miguel debido a daños por vientos fuertes.

Cuando analizamos el comportamiento de la variable altura en el sistema MCT comparado con el de la CAT, contrario a las variables y tendencias anteriores, en esta si podemos observar una diferencia mas significativa, dado que el mayoría de los casos la altura promedio en el sistema de asocio es superior a la del sistema tradicional o monocultivo, aunque en esta variable es necesario tener muy en cuenta las condiciones ambientales (Ver registros condiciones climáticas de la zona) y el manejo general dado al sistema, antes de emitir cualquier tipo de juicio, lo que si podemos determinar es que los factores que podrían ir en contra del sistema asociado no se ven reflejados tampoco en esta variable, elementos como la iluminosidad, la humedad, la competencia por nutrientes y demás, no son limitantes en este tipo de sistema, como se podría presumir.

Conclusiones

El establecimiento de los cultivos sembrados en asocio de Aguacate Has (*Persea americana*) y de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*), en su primera etapa de desarrollo vegetativo evidencio gran viabilidad, dadas las características morfológicas de las especies.

Los registros tomados en campo a lo largo del estudio, muestran que, durante los 12 primeros meses de desarrollo morfológico de las plantas, no se presentan efectos secundarios anormales en el comportamiento de las variables altura y diámetro de tallo.

El análisis de la variable diámetro de tallo muestra diferencia significativa entre los sistemas de siembra en las dos especies, dado que se evidencia un mejor desarrollo en la asociación de cultivos en un 75%, conforme con los resultados del tercer cuartil.

La variable AMCAg en el que se compara con ACAAg, podemos ver cómo cambia un poco la tendencia frente al diámetro, en este caso quien se percibe con mejor y mayor altura son las plantas del sistema en monocultivo (AMCAg) con una máxima promedio de 116,2cm y una mínima en el ACAAg de 60cm.

Recomendaciones

Es necesario realizar la evaluación de las variables altura y diámetro del tallo de ambas especies en un periodo más amplio, que permita analizar su incidencia en la etapa productiva de cada cultivo.

En estudios que permitan analizar un mayor periodo de desarrollo vegetativo de las plantas, podrían tomarse más variables de estudio, que permitan tener resultados más amplios.

Es de suma importancia hacer un análisis de suelos previo al establecimiento de los cultivos, con el fin de obtener resultados más precisos en la evaluación de los resultados en materia de desarrollo y productividad.

Cuando se emplean este tipo de sistemas en asocio es de suma importancia establecer parámetros de mantenimiento por separado para cada cultivo, teniendo en cuenta los requerimientos generales y el manejo propios de cada uno.

Se debe tener en cuenta que el diseño del sistema y la nutrición del cultivo son la base fundamental en el desarrollo morfológico de las plantas, por lo tanto, se debe hacer una correcta programación con base en los análisis previos de suelo y recursos.

Referencias

- Alfonso, J. A. (2008). Manual técnico del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* L.). *Fundación Hondureña de Investigación Agrícola*.
http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/654/EDA_Manual%20de%20producci%C3%B3n%20de%20aguacate.pdf?sequence=1
- Buitrago, G. (2014). *Estudio de factibilidad para la producción de aguacate lorena (Persea americana) en asocio con naranja valencia (Citrus sinensis, var. Valencia) y maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el municipio de Tocaima, Cundinamarca* (Tesis de grado). Universidad Abierta y a Distancia, Girardot.
- Carrasco, A., Sánchez, N. & Tamagno, L. (2012). *Modelo agrícola e impacto socioambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios*. Argentina: Asociación de Universidades Grupo Montevideo y Universidad Nacional de La Plata
- Fornaris, L. M., Hernández, G. & López, T. (2011). Efecto del manejo del riego en la asociación aguacate- guayaba. *Ingeniería Agrícola*. 1(2) 67-75.
<https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/550/551>
- Funes, F. (2015). Bases científicas de la agroecología. *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*, 7-27. Matanzas, Cuba. https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Sembrando-en-Tierra-Viva_-Manual-de-Agroecolog%C3%ADa.pdf#page=68
- García, S. & Davis, J. (1985). Principios básicos de la asociación de cultivos. *Centro Internacional de Agricultura*, 363- 366. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/71905>

- Gómez Rodríguez, Olga, & Zavaleta Mejía, Emma (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. Revista Mexicana de Fitopatología, 19(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=612/61219114>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw Hill.
- Jiménez-Martínez, E., Sandino-Díaz, V., García-Guevara, K., & Angulo-Rivas, L. (s. f.). Efecto de cultivos en asocio pepino (*Cucumis sativus L.*), pipian (*Cucúrbita pepo L.*) y frijol de vara (*Vigna unguiculata L. Walp*), en la ocurrencia poblacional de insectos plagas, beneficios y el rendimiento en Tisma, Masaya. *La Calera*, 10(14), 13-24.
<https://doi.org/10.5377/calera.v10i14.23>
- Jiménez, R., Blanco, M., Borges, I., Martínez, F., Piloto B. & Álvarez, J. (noviembre de 2007). Influencia de cuatro patrones de aguacatero sobre el crecimiento y rendimiento del cultivar Catalina en una distancia de plantación de 10 x 5 m con cultivos asociados en las condiciones de Cuba. *Proceedings of VI World Avocado Congress*, 741-748. Congreso llevado a cabo en Viña del Mar, Chile.
- León F. J., Viteri D. P., & Cevallos A. G. (2004). *Manual del cultivo de tomate de árbol*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP
- León, J. (2002). *Estudio pomológico de cinco cultivares de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) en dos estados de cosecha y tres periodos de almacenamiento* (Tesis de Grado). Universidad Central de Ecuador, Quito.
- Liebman, M. (1997). Sistemas de policultivos. En M. Altieri. (Ed.), *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable* (pp. 191-202). Lima, Perú: CIED.

- Martínez, F. & Gómez, L. (2015). La fertilización de los cultivos bajo una perspectiva agroecológica. *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*, 67-86. La Habana, Cuba. https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Sembrando-en-Tierra-Viva_-Manual-de-Agroecolog%C3%ADa.pdf#page=68
- Ortega-Tovar, M. A. (octubre de 2003). Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. *Proceedings of V World Avocado Congress*, 741-748. Congreso llevado a cabo en Granada-Málaga, España.
- Ureña, J. D. (2009). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate. *Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú*.
- Viera, W. (2002). *Evaluación de fungicidas in vitro y pruebas de resistencia de cinco variedades de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) para antracnosis (Colletotrichum gloesporoides)* (Tesis de Grado). Universidad Central de Ecuador, Quito.
- Samaniego J. & Sánchez E. (1999). Crecimiento y Producción de Cuatro Cultivares de Aguacate (*persea americana mill.*), en el sur de sonora, México.
- El clima promedio del Carmen de Viboral. (sf) <https://es.weatherspark.com/y/22503/Clima-promedio-en-El-Carmen-de-Viboral-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>.
- Requerimientos Nutricionales.(sf) <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/aguacate/requerimientos-nutricionales-del-cultivo-de-aguacate/>.