



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate
(*Persea americana* Mill.)”.

AUTOR:

Jonathan Joel Flores León.

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, Msc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La presente investigación detalla sobre las labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). Este fruto es consumido por todos los ecuatorianos y cada día tiene mayor aceptación en el mercado nacional lo que ha incentivado su cultivo; sin embargo, la concentración de la producción de la variedad más cultivada “Fuerte” repercute en precios bajos de la fruta a nivel de productor de acuerdo a las condiciones climáticas y las diferentes labores agrotécnicas del cultivo. Las conclusiones determinan que las buenas condiciones agroambientales en las zonas productoras de aguacate, propician un desarrollo del árbol y la obtención de fruto en prácticamente todo el año, así como un traslape continuo de las diferentes fases fenológicas del árbol; promover la siembra del cultivo de aguacate en las zonas óptimas para su desarrollo, con precipitaciones de 600 a 900 mm, y el cultivo prefiere suelos franco o franco arenoso con pH 5,5-7,5 y los beneficios del establecimiento de aguacate, consiste en realizar todas las labores agrotécnicas desde preparación del suelo, excelente semilla, podas, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, tutorado durante los primeros años, para que el cultivo obtenga óptimos rendimientos.

Palabras claves: aguacate, agroecológicas, manejo, producción.

SUMMARY

The present investigation details the agroecological and agrotechnical tasks in the cultivation of avocado (*Persea americana* Mill.). This fruit is consumed by all Ecuadorians and every day it has greater acceptance in the national market, which has encouraged its cultivation; however, the concentration of the production of the most cultivated variety "Fuerte" has repercussions in low prices of the fruit at the producer level according to the climatic conditions and the different agrotechnical tasks of the crop. The conclusions determine that the good agro-environmental conditions in the avocado-producing areas favor the development of the tree and the obtaining of fruit practically throughout the year, as well as a continuous overlapping of the different phenological phases of the tree; promote the planting of the avocado crop in the optimal areas for its development, with rainfall from 600 to 900 mm, and the crop prefers loam or sandy loam soils with pH 5,5-7,5 and the benefits of avocado establishment, consist in carrying out all the agrotechnical tasks from soil preparation, excellent seed, pruning, irrigation, fertilization, pest and disease control, tutoring during the first years, so that the crop obtains optimal yields.

Keywords: avocado, agroecological, management, production.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.5.1. Generalidades	4
1.5.2. Labores agroecológicas	5
1.5.2. Labores agrotécnicas	10
1.5.2.1. Selección del sitio	10
1.5.2.2. Preparación del terreno	10
1.5.2.3. Tamaño del hueco	11
1.5.2.4. Patrones	11
1.5.2.5. Multiplicación de plantas	11
1.5.2.6. Siembra	11
1.5.2.7. Distancia de siembra	13
1.5.2.8. Riego y drenaje	13
1.5.2.9. Uso de tutores	14
1.5.2.10. Fertilización	14
1.5.2.11. Plagas y enfermedades	16
1.5.2.12. Control de malezas	17
1.5.2.13. Poda	18
1.5.2.14. Remoción de la corteza	20
1.5.2.15. Cosecha	20
1.6. Hipótesis	21
1.7. Metodología de la investigación	21
CAPÍTULO II	22
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	22

2.1. Desarrollo del caso	22
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	22
2.3. Soluciones planteadas	23
2.4. Conclusiones	23
2.5. Recomendaciones	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.)” es una fruta que tiene un alto potencial, gracias a su aceptado consumo en fresco y las cualidades que tiene para su procesamiento agroindustrial. Actualmente se cultiva en 59 países tropicales y regiones sub-tropicales. México ocupa el primer lugar en plantaciones comerciales con 49 % del área total cultivada en el mundo, seguido de Colombia con el 13 %, posterior se encuentran Chile con 10 % y Estados Unidos con 7 %; otros países productores son Sud África, Israel, Perú, Australia, España, Kenia, entre otros, los cuales suman el 21 % restante (Gil et al. 2014).

El Ecuador, por su ubicación geográfica posee las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo del aguacate, siendo las principales zonas productoras: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja. La variedad demandada a nivel internacional es la ‘Hass’; sin embargo en el mercado local es la aceptación es por la variedad ‘Fuerte’. Entre los principales países importadores y potenciales mercados de este frutal tenemos Estados Unidos, Francia, Holanda, Japón, entre otros (Viera et al. 2016).

Las principales prácticas agroecológicas que se realizan en los cultivos se encuentran: la reducción del uso de insumos nocivos para el ambiente, el aumento del uso de insumos naturales, el manejo adecuado de los nutrientes adicionando residuos orgánicos o excretas de animales, incremento de la capa vegetal del suelo mediante adición de materia orgánica, promoción de la actividad biológica del suelo y el empleo de tecnologías eficientes para el uso del agua.

Si se planta permanentemente nuevas áreas y se renovan las viejas plantaciones , efectuando todas las labores agrotécnicas (controlar las malas hierbas, podar, conservar el suelo, drenar las áreas, fertilizar, controlar las enfermedades y plagas y resembrar) que se requieren para el crecimiento y producción de los cultivos, para lograr de forma rápida y abundante, con altos

rendimientos por área y bajo costo, ayudando a la estabilidad económica de los productores y sus familias, así como satisfacer una parte del consumo en la población del país, con una fruta de muy buena calidad.

Por lo expuesto, el presente documento trató de estudiar las labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre las labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

El cultivo de aguacate es de mucha importancia, debido a que contiene vitaminas K, C, B5, B6 y E, potasio y ácido fólico, que beneficia a la salud de los seres humanos en su sistema muscular, inmunológico y nervioso, por lo tanto, previene enfermedades e infecciones.

1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de aguacate se adapta fácilmente en la costa ecuatoriana, sin embargo, existe una demanda insatisfecha a nivel internacional, por lo tanto, es escasa la oportunidad del mercado a nivel mundial.

Además, es necesario acotar, que a pesar de que existen nuevas tecnologías, métodos y medios para ejecutar las diferentes labores agrotécnicas en las plantaciones, existen plantaciones de aguacate que se encuentran en mal estado, con plantas mal formadas, lo que indudablemente influye en su producción y consecuentemente en el rendimiento por área a veces por el desconocimiento de dichas labores.

1.3. Justificación

En el mercado local, el cultivo de aguacate posee una satisfacción de la demanda debido a que la producción nacional se la comercializa casi en su totalidad en el país; es por ello que hay que buscar practicas agroecológicas que sean amigables con el ambiente y que permitan que, en el cultivo de aguacate se establezcan plantas sanas con frutos de buena calidad para los

consumidores, mediante la utilización del uso de residuos vegetales o excretos de animales como fuente de materia orgánica para de esta forma incrementar los microorganismos en el suelo, y así evitar el uso de productos nocivos para el ambiente; además, del uso de tecnologías para aprovechar el recurso agua que cada vez se hace más complicado obtenerla.

También es necesario realizar labores agrotécnicas como conservación de suelo; control de malezas, plagas, enfermedades y fertilización, con la finalidad de aumentar los rendimientos y generar empleo y mejorar la calidad de vida a las personas que se dedican a la producción de este cultivo.

Por lo expuesto se justifica la presente investigación sobre las labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate.

1.4. Objetivos

General

Analizar la información de las principales labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

Específicos

- Describir las principales labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate.
- Detallar los beneficios del establecimiento de una plantación de aguacate.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades

El aguacate es originario de América Central y el sur de México. Ha sido apreciado y utilizado por lo menos desde hace 10 000 años e incluso se

habla de selección del tamaño de la fruta. El origen en Mesoamérica incluye hábitats desde el nivel del mar hasta más de 3 000 msnm, cubriendo un amplio rango de climas y tipos de suelo, por lo que surgió una gran diversidad genética y adaptabilidad. Se ha introducido en África del Sur, Israel, Chile, Australia y Estados Unidos en donde se han generado mejoras genéticas, tanto de factores agronómicos y de calidad como desde el punto de vista del consumidor (Gálvez *et al.* 2016).

El Ecuador cuenta con las condiciones edafológicas y climáticas óptimas para el desarrollo del cultivo del aguacate, la explotación con fines de comercialización nacional e internacional, necesariamente debe ir acompañada con las tecnologías actualizadas, con el fin de generar prácticas acordes al manejo racional de los recursos para permitir que el cultivo sea económicamente rentable (León 2017).

El mismo autor indica que este fruto es consumido por todos los ecuatorianos y cada día tiene mayor aceptación en el mercado nacional lo que ha incentivado su cultivo; sin embargo, la concentración de la producción en los meses de febrero a junio de la variedad más cultivada “Fuerte” repercute en precios bajos de la fruta a nivel de productor, mientras que en los meses de julio - octubre en que la producción se reduce, los precios de la fruta se quintuplican (León 2017).

León (2017), además sostiene que “las principales zonas de cultivo están en Mira (Carchi), San Antonio de Ibarra, Chaltura, Atuntaqui, Cotacachi, Pimampiro (Imbabura), Perucho, Puellaró, San Antonio de Pichincha, Guayllabamba, Tumbaco, Puembo, Yaruqui (Pichincha), Patate, Baños (Tungurahua), Paute, Gualaceo (Azuay). Vilcabamba. Malacates, La Toma (Loja)”.

1.5.2. Labores agroecológicas

Cabezas *et al.* (2017) afirma que:

Las condiciones agroambientales prevaletentes en la región productora

de aguacate, propician un desarrollo del árbol y la obtención de fruto en prácticamente todo el año, así como un traslape continuo de las diferentes fases fenológicas del árbol, ello principalmente determinado por el estrato altitudinal, así como el arreglo topológico de las plantaciones con respecto a su exposición al sol, la pendiente y la dirección prevaleciente del viento.

Las condiciones térmicas ideales en el Ecuador, en el período de floración son temperaturas de 22 - 25°C durante el día y en la noche de 15 - 17°C que permiten tener una buena fructificación, por debajo o arriba de estos valores la fecundación se dificulta. El Aguacate en los valles interandinos se encuentra cultivado desde los 1800 a 2500 m.s.n.m con temperatura promedio de 17°C, precipitación anual de 400-1000 mm y humedad relativa que oscila entre 50 y 85% (León 2017).

“El cultivo de aguacate requiere precipitaciones de 600 a 900 mm, prefiere suelos francos o franco arenoso con pH 5,5-7,5. Las variedades cultivadas son: Fuerte, Hass, Zutano, 13500, 14371” (INIAP 2015).

El aguacate se desarrolla bien en suelos profundos, de textura franco arenoso, es muy sensible a la asfixia radicular por falta de oxígeno, lo que hace que las raíces detengan su crecimiento, por esta razón no se debe plantar en suelos arcillosos con capas endurecidas, la profundidad adecuada es de 1,0 -1,20 m con contenidos de M.O de 2,5 – 3,5%. El rango de pH requerido es de 5,0 – 7,5, si es superior al neutro, se presentan síntomas de clorosis férrica y también disminuye la disponibilidad de microelementos como es el Zinc, Manganeso y Boro (León 2017).

Cabezas *et al.* (2017) argumenta que:

La productividad del cultivo en esta amplia gama de ambientes, depende de un conjunto de factores, algunos más o menos ligados con las características agroambientales de los huertos. La baja fertilidad natural de los suelos derivados de cenizas volcánicas en los cuales se

desarrolla más del 85 % de los huertos de aguacate, se compensa con el uso constante y sistemático de fertilizantes químicos y orgánicos, los cuales proveen los nutrimentos esenciales para el frutal.

Salazar *et al.* (2018) comentan que los factores incontrolables del clima como heladas, granizo y vientos fuertes, pueden ser tan limitantes de la producción como factores de manejo controlables tan importantes como la nutrición y el agua. De manera paralela, la presencia de plagas está ligadas directamente a factores climáticos como precipitación, humedad relativa, temperatura y, a la fenología del cultivo. En conjunto, estos factores bióticos y abióticos reducen la productividad de los huertos y la calidad del fruto, manteniendo los estándares actuales de productividad en un promedio de 9.8 ton de fruto por hectárea y alrededor de un 26 % en la calidad para los mercados foráneos internacionales.

“La altitud dependiendo de la raza de origen del aguacate, este se puede establecer desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, aunque en la práctica huertos a más de 2,400 m se consideran fuera del área apropiada para una producción rentable” (García 2017).

León (2017) corrobora que “El viento es un factor climático que debemos considerar. Vientos fuertes producen caída de flores, frutos, secamiento del estigma y rotura de ramas. Este fenómeno se protege utilizando cortina rompe vientos”.

En cuanto a los requerimientos térmicos el aguacate cv. Hass, para amarre de fruto requiere temperaturas en un rango que va de 12-17 °C a 28-33 °C. Temperaturas mayores que 42 °C son desfavorables para el cultivo. El mayor amarre de frutos de aguacate ocurrió con temperaturas entre 20 y 25 °C, por otra parte, señaló que temperaturas por encima de 28 °C provocan la abscisión de flores individuales (García 2017).

En cuanto a las propiedades físicas, los suelos volcánicos donde se cultiva el aguacate, le confieren propiedades hidráulicas de 50 a 20 mm

h^{-1} de conductividad hidráulica, esta propiedad al mismo tiempo que protege al sistema radical de enfermedades de la raíz al desalojar los grandes excedentes de agua, también favorece la rápida desecación del suelo y la pérdida de nutrientes y bases fuera de la superficie radical, y posibles efectos en los acuíferos los cuales en algunas regiones aguacateras pueden llegar a 1,0 m de profundidad (Rendón *et al.* 2018).

“La humedad ambiental influye en la calidad del fruto y en la sanidad de la parte aérea del árbol. Humedades altas inducen a la proliferación de las enfermedades de las hojas, tallos y frutos. Una humedad ambiental óptima es aquella que no supera el 60 %” (Anguiano *et al.* 2017).

El desarrollo tecnológico generado en el subtrópico para el cultivo de aguacate, ha tenido un soporte básico sustentado en aspectos relacionados con la fenología de la especie, fertilización, reguladores de crecimiento, que ha permitido en conjunto desarrollar estrategias para mitigar la alternancia productiva y mejorar el potencial productivo de la especie (Rebolledo y Romero 2019).

En cuanto a requerimientos edáficos, la capa superior de la tierra donde crecen las plantas es muy compleja, a causa de la gran variabilidad de sus componentes físicos y químicos que posee. El aguacate requiere de un muy buen drenaje en el suelo para poder vivir y producir, ya que es una de las especies más sensibles a la asfixia radical. También refiere que el aguacate no necesita un suelo muy profundo, porque posee raíces superficiales, produciendo abundantes cosechas en suelos de 30 a 40 cm de profundidad, siempre y cuando tenga un subsuelo de excelente drenaje. No obstante, un suelo profundo y de texturas medias, son condiciones determinantes en la cantidad de agua que pueda retener (Anguiano *et al.* 2017).

El tipo de clima donde se produce aguacate puede influir en el grosor y rugosidad de la piel (en clima templado la piel es más lisa que en el clima cálido). El clima también influye sobre la concentración de

fitoquímicos (compuestos fenólicos totales y clorofila) en la piel de los frutos de aguacate "Hass". Las diferencias entre las condiciones climáticas de tres regiones productoras de aguacate 'Hass' (cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y templado) son de tal magnitud que podrían incidir en la fenología y calidad del fruto (Rocha *et al.* 2017).

Cossio *et al.* (2018) consideran que:

Para el crecimiento en longitud del fruto, desde el amarre hasta cosecha, dura ocho meses; los promedios anuales de temperaturas máximas del aire fluctúan de 26,8 a 33,4 °C y las mínimas de 9,3 a 20,4 °C; el promedio de las temperaturas máximas mensuales del suelo en todo el año debe estar entre 20,1 y 24,5 °C, y las mínimas entre 18,5 y 23,4 °C y el nivel de humedad del suelo fluctúa de $\geq 85\%$ desde la estación lluviosa; posteriormente puede descender hasta alcanzar 65%.

Estudios demuestran que el clima donde se desarrolla el fruto de aguacate promueve o inhibe la expresión de su principal característica de la piel, su rugosidad. Se encontraron contrastes térmicos y pluviométricos importantes que permiten inferir sobre la influencia del clima en las características de la piel de aguacate. En el clima cálido subhúmedo la rugosidad es más alta que en los frutos de los climas semicálido subhúmedo y templado. La evolución de la rugosidad durante el desarrollo del fruto presenta una clara fluctuación, siendo entre mayo - junio donde se manifiesta con mayor intensidad (Álvarez y Salazar 2017).

Para lograr niveles altos de productividad en el cultivo del aguacate se requiere de la aplicación de fuentes externas de nutrimentos. La aplicación de fertilizantes se debe de realizar considerando las necesidades de la planta, las características físico-químicas del suelo, las condiciones de cultivo y el comportamiento fenológico del árbol. El análisis foliar es una herramienta importante para conocer el estado nutrimental de huertos comerciales, particularmente para el desarrollo de programas de fertilización, ya que podría ayudar a mejorar no sólo el

rendimiento sino el tamaño y calidad de la fruta (Salazar y Lazcano 2016).

1.5.2. Labores agrotécnicas

1.5.2.1. Selección del sitio

El primer paso para asegurar la rentabilidad de una inversión a largo plazo como la que conlleva un cultivo de tardío rendimiento, es, la selección del sitio, finca o lote donde se va a realizar la siembra (Puerta 2016).

1.5.2.2. Preparación del terreno

La preparación depende de la localidad, tipo de suelo, topografía y vegetación existente; aspecto financiero y manejo que se piense dar al cultivo. El costo de establecimiento de una plantación de aguacate es alto y puede perderse si se busca economía en la preparación del terreno (Herrera 2017).

Para el establecimiento de un huerto frutícola es importante hacer una buena preparación del suelo en vista de que el huerto quedará instalado por muchos años. Esta preparación se realiza con dos a tres meses de anticipación para la destrucción de malezas y plagas (León 2017).

Ureña (2017) destaca que, “No es recomendable dejar el suelo desnudo por los problemas de erosión y compactación que pueda acarrear la lluvia”.

León (2017) estima que:

Las labores recomendadas son: arada, rastrada, subsolada y nivelada. La arada y subsolada se efectúa con la finalidad de que el suelo quede suelto a los 70 - 80 cm de profundidad, para obtener un buen drenaje y aireación; además esta labor permitirá que las raíces se expandan en un mayor espacio en busca de alimento y agua.

1.5.2.3. Tamaño del hueco.

Aunque no existe un sólo criterio para el tamaño del hueco, éste va de 20 X 20 cm hasta 60 X 60 cm. También va a depender de las condiciones físicas del terreno. Existe el criterio que, si la siembra se realiza por semilla, el tamaño del hueco puede ser menor, no obstante, si el hueco es menor de 20 X 20 cm se vuelve difícil el agregado de abono orgánico (Ureña 2017).

1.5.2.4. Patrones

“Existen ciertas variedades que presentan cierta tolerancia más que resistencia, pero la propagación debe hacerse por estacas o esquejes, sistema que no se ha desarrollado perfectamente en este cultivo” (Herrera 2017).

1.5.2.5. Multiplicación de plantas.

La multiplicación del aguacate para la obtención de portainjertos se realiza por vía sexual (uso de semillas). Para plantaciones comerciales no sería recomendable por la polinización cruzada, las plantas que se obtienen por este método son diferentes a la planta madre, y la entrada en producción es más tardía. El método de propagación por vía asexual a través de injertos, se utiliza para la multiplicación de patrones clonales y variedades comerciales (León 2017).

1.5.2.6. Siembra.

Para cultivos comerciales se debe usar siempre plantas injertas, pues las procedentes de semilla son de producción irregular y el tamaño del árbol y la calidad de la fruta no pueden garantizarse. Los arbolitos injertos pueden manejarse a raíz desnuda o en bolsas de polietileno; el último sistema se utiliza más, debido a que se disminuyen las pérdidas a la siembra (Puerta 2016).

Uno de los aspectos fundamentales para el éxito de un cultivo comercial de aguacate, es la selección adecuada de las variedades a sembrar. Con ello se consigue: a. Garantizar continuidad en la producción y alargamiento de los periodos de cosecha. b. Manejar adecuadamente su comercialización al ofrecer suministro más estable para el mercado. c. Obtener mayores volúmenes de cosecha y por consiguiente mayor rentabilidad, con la correcta selección de variedades. Disminuir el riesgo de los problemas ocasionados por plagas y enfermedades, garantizar mejor desarrollo del cultivo y la mayor calidad de la fruta (Ríos y Tafur 2018).

León (2017) explica que uno de los procedimientos que se practica actualmente es la siembra en almácigos y posteriormente trasplante a bolsas de plástico. Como material germinador, se emplea pomina u otros materiales sueltos colocados en camas de 20cm de alto por 1 m de ancho y 3m de largo o más, las semillas se colocan con el ápice hacia arriba en forma continua, luego se cubre con una ligera capa de suelo, la germinación se obtiene a los 40 - 60 días dependiendo si es bajo cubierta o al aire libre. Una vez germinadas son trasplantadas a fundas plásticas de 8 x 14" las mismas que son llenadas con un sustrato de una mezcla con la relación 2; 1: 1 de suelo, pomina y humus respectivamente más 1 kg de 10-30-10 por m³ de la mezcla.

Esta técnica consiste en: sembrar la semilla directamente en el campo, normalmente se siembra la semilla después de extraerle la pulpa. Algunos productores la ponen a germinar, cuando sale el tallo, la llevan al campo. Esta técnica se puede realizar, sin embargo, se deben seguir los mismos cuidados y tratamientos que tiene la semilla utilizada en el vivero (Ureña 2017).

Araya y Calderón (2017) indican que como mínimo, hacer un hoyo de 0,5 x 0,5 x 0,5 m. Luego revolver 5 kg de abono orgánico de buena calidad y formar un montículo de 10 cm de alto y 50 cm ancho.

Posteriormente plantar el arbolito sobre ese montículo. El adobe se debe enterrar 1/3 bajo el nivel del suelo, el restante quedara inmerso en el montículo.

INIAP (2015) publica que para la siembra se usa la semilla seleccionada. El cultivo se establece en cualquier época del año y se siembra a una distancia de 4 x 4 m en los primeros años y a partir del octavo al décimo año se realiza raleos de 8 x 8 m, obteniendo 156 árboles por hectárea.

1.5.2.7. Distancia de siembra

No existe una regla uniforme en relación con este punto. Hay que considerar la topografía del terreno, las variedades a utilizar en cuanto a su hábito de crecimiento (tamaño y forma) y hábito de producción. La mayoría de las variedades crecen en forma considerable y como norma general puede recomendarse entre 8 y 12 m. A menos de ocho m, los árboles adultos se entrelazan y la producción. tiene lugar en las ramas más altas, lo cual dificulta la cosecha; además, se crea un ambiente húmedo que favorece la incidencia de enfermedades (Herrera 2017).

Ureña (2017) informa que:

Se debe analizar, primero que nada, el manejo que se piensa tener en la plantación, esto es, si se va a manejar con podas intensas y si se tienen patrones con características enanizantes, se pueden utilizar distancias a nueve metros en cuadro.

1.5.2.8. Riego y drenaje

Es importante que la práctica de riego se dirija con asesoría técnica que tome en cuenta la variedad comercial, tipo patrón, tipo de suelo, factores climáticos como precipitación, viento y otros. Todos lo elementos anteriores se combinan en complejas fórmulas matemáticas para conocer con precisión las necesidades de agua para la plantación (Araya y Calderón 2017).

“El requerimiento de agua en el aguacate depende de la edad del huerto, clima y tipo de suelo, la necesidad de agua a lo largo del año puede estimarse alrededor de 10 000-12 000 m³/Ha” (León 2017).

Puerta (2016) menciona que “En zonas planas con alta precipitación, debe construirse un sistema de drenaje para evitar la formación de ambientes radiculares con alta humedad, que favorecen el desarrollo del hongo”.

Los sistemas más utilizados son el riego por inundación, coronas individuales y riegos por surcos, el riego por inundación se lo aplica entre las hileras de los árboles evitando que se moje el tronco. El riego por corona individual es el más recomendado porque no permite la contaminación de problemas radiculares. Para suelos arenosos la frecuencia de aplicación es cada 8 días, y para suelos arcillosos cada 15 días, este cultivo no tolera los encharcamientos, al producirse exceso de humedad se presentan pudriciones radiculares (León 2017).

1.5.2.9. Uso de tutores

En la mayoría de los terrenos de la zona se tienen problemas de vientos, además de que la lluvia puede afectar también al arbolito. Se recomienda el uso de tutores para evitar que se quiebren, esto les permite desarrollarse bien sin el riesgo de perder el árbol (Ureña 2017).

1.5.2.10. Fertilización

Los suelos en los que se cultiva aguacate deben presentar características apropiadas para este cultivo, sin embargo, se deben de corregir las deficiencias de potasio, azufre y boro. La condición nutrimental de los huertos con riego de auxilio fue similar a la de los huertos cultivados sin riego (Salazar y Lazcano 2016).

Puerta (2016) plantea que:

Debe pensarse en una provisión al suelo de niveles altos de materia orgánica, calcio, magnesio y nitrógeno. Si el suelo es bajo en estos elementos, se recomienda adelantar un programa de abonos verdes para incorporar por uno o dos años. Las condiciones anotadas crean un ambiente altamente desfavorable al desarrollo del hongo y deben conservarse durante la vida de la plantación.

La selección de una fórmula específica y la dosificación deben basarse en un análisis de suelo. Durante los dos o tres primeros años, se recomienda aplicar nitrógeno cada dos meses, a razón de 25 a 30 g por árbol, adicional a la fórmula completa que sugiera el laboratorio (Herrera 2017).

León (2017) indica que:

La fertilización debe ser balanceada, con los nutrientes necesarios para alcanzar un adecuado desarrollo y producción comercial, su aplicación debe ser en base a los resultados de análisis de suelo, foliar y por la extracción de nutrientes que se realice en la cosecha de cada año de producción. En las zonas de cultivo se ha determinado que los elementos que se encuentran en mayor deficiencia son el Nitrógeno y Zinc.

Cabe indicar que el pH para este cultivo va de 5,5 a 7,0. A la hora de la siembra, se aconseja poner al fondo el hueco una fórmula alta en fósforo (10-30-10-S, 90gr). Después se continúa con aplicaciones alternas de fórmulas fosforadas con fórmulas completas (Ureña 2017).

Araya y Calderón (2017) reportan que:

Al trasplante: aplicar al fondo del hoyo 3 onzas (aproximadamente 90 g) de 10-30-10 o fórmulas similares. En ese mismo año, repetir dos veces esa aplicación. Por cada año de edad del árbol: aumentar un kilogramo de un fertilizante balanceado en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes. Usar la fórmula 12-11-18-3-0-8, 13-5-20-8 o similares, repartido en 3 o 4 aplicaciones. La cantidad máxima de fertilizante es de

10 kilogramos para árboles de 13 años en adelante. Esta cantidad se mantendrá si la producción es constante. Cuando el árbol entra en producción: se debe tener mucho cuidado con la fertilización nitrogenada, ya que un exceso de nitrógeno (nivel foliar debe estar entre 1,6 a 2,0%) puede provocar la caída de flores y frutos, así como promover mayor ataque de enfermedades.

La fertilización foliar es un medio complementario de la fertilización del suelo, ya que cuando las condiciones del mismo no son propicias, para una pronta asimilación de los nutrientes, se aplican fertilizantes foliares en las fases críticas: floración, crecimiento y maduración de frutos. La aplicación vía foliar de 0,5% de N, 0,5% de Kelato de Boro y 0,5% de Kelato de Zinc producen incremento en la producción. En las Zonas donde se cultiva el aguacate se ha determinado en base a un diagnóstico nutricional que los elementos que se encuentran en mayor deficiencia son el Nitrógeno y el Zinc (León 2017).

1.5.2.11. Plagas y enfermedades

El problema fitosanitario que limita la comercialización de la fruta hacia y entre las esferas de mercado nacional e internacional se cita la presencia y proliferación del barrenador de troncos y ramas (*Copturus aguacatae*), ante lo cual se han emprendido y ejecutan actualmente diversas acciones de control para disminuir su impacto en la calidad y volúmenes de fruta a movilizar y comerciar (Talavera y Padilla 2017).

En este estado es muy usual en la zona el ataque del falso medidor, éste se puede hallar fácilmente en el tallo por lo que se recomienda el monitoreo y control manual en el primer año. También, puede sufrir ataque de trips y ácaros, para esto se recomienda realizar monitoreos y de acuerdo a la incidencia de la plaga se debe optar por un control químico o biológico, siempre y cuando la incidencia así lo amerite. No existe control preventivo, por lo que no se recomienda aplicación de productos químicos para este efecto (Ureña 2017).

Talavera y Padilla (2017) señalan que “El ciclo de vida del barrenador de ramas puede prolongarse o acortarse en la detección de los estadios de la progenie en relación a la suma de factores intrínsecos y externos que condicionan su capacidad de adaptación”.

Las plagas más importantes del cultivo son escamas, trips y araña roja que se puede controlar con acaricidas como: Omite, Tiovit 0,15 por ciento, Lorsban 0,1 por ciento, Malathion 0,25 por ciento, Basudin 0,1 por ciento. Las enfermedades de mayor problema son: la pudrición radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* que se controla con Ridomil granulado o con Dexon. Otras enfermedades como *atrachosis*, causada por *Cercospora persea*, se controla con Kocide de 101 a 1 por ciento, Trimiltox forte 0,25 por ciento, Cupravit 0,7 por ciento (INIAP 2015).

El aguacate es muy sensible al ataque del hongo *Phytophthora cinnamomi* que causa la pudrición del sistema radicular y el cual es un habitante natural de suelos húmedos. No se conoce aún el patrón altamente resistente para obviar este problema y tampoco se conoce ningún tratamiento para proteger los árboles una vez sembrados en sitios donde el hongo existe (Puerta 2016).

La antracnosis es la más común en este estado del árbol, para evitar que se propague se debe procurar una buena nutrición, los excesos de nitrógeno en la fertilización, son causa de incidencia de ésta y otras enfermedades por lo que se debe balancear bien la nutrición. Si se presentan síntomas de esta enfermedad se debe utilizar un fungicida específico para el control (Ureña 2017).

1.5.2.12. Control de malezas.

Puerta (2016) agrega que el aspecto más importante consiste en mantener en las calles una cobertura de gramíneas de poco crecimiento (gramas), que deben motilarse periódicamente. La limpieza alrededor de

los, árboles debe hacerse en base a herbicidas de contacto, tales como el Paraquat, teniendo la precaución de aplicarlos cuando no haya viento.

La misma fuente indica que una alternativa para el uso de los herbicidas consiste en colocar una cobertura de material vegetal entre el tronco y la gotera del árbol. Un buen material para esta cobertura es una mezcla de tallos o tuzas de maíz con una leguminosa. La condición fundamental es que el material sea picado en forma gruesa para que permita el paso de agua y aire a la zona radicular; si el material se pica muy delgado, se apelmaza y se crean condiciones desfavorables a las raíces (Puerta 2016)

Hasta los 3 años, por ser arbolitos pequeños, se debe mantener un control para evitar la competencia por luz principalmente. Para ello se recomienda el control mecánico, teniendo siempre el cuidado de no causar heridas en los arbolitos. No es recomendable en este estado el uso de herbicidas, esto por afectar el desarrollo de las plantas. En caso de tener pastos, se podría usar algún graminicida. Las hierbas que hay en las plantaciones de aguacate ayudan a evitar que el suelo se lave, además dan un buen aporte de materia orgánica (Ureña 2017).

Para León (2017):

Cuando se realiza el control de malezas por medios mecánicos, las labores deben realizarse superficialmente en vista de que las raíces del aguacate se encuentran en las capas superiores del suelo, en forma manual se utiliza el azadón limpiando sin profundizar en toda el área de la copa del árbol.

“Las malezas se controlan con 6 l de Round-up/ha, Paraquat o mezcla de Paraquat y Diquat” (INIAP 2015).

1.5.2.13. Poda.

Las características varietales y el hábito de crecimiento son factores que

deben tenerse en cuenta al hacer la poda de formación en árboles en desarrollo. En este aspecto, es importante evitar troncos divididos y ramificaciones débiles, lo cual se logra eliminando las ramas respectivas tan pronto como sea posible, es decir, antes de que se vuelvan leñosas (Herrera 2017).

Puerta (2016) enfatiza que:

Las podas de mantenimiento se limitan a eliminar ramas secas, débiles o entrecruzadas, lo mismo que los brotes que aparezcan por debajo del injerto. Para evitar un crecimiento exagerado que dificulte la cosecha y las aplicaciones de productos fitosanitarios, se recomienda despuntar las ramas que muestren crecimiento de esta tendencia.

La recomendación de los productores, es de iniciarla desde el primer año, a una altura de 0,8m a 1,0 m de altura, esto con el fin de ir dándole formación al arbolito. Existe buen consenso de que se deben dejar de tres a cuatro ramas dando la formación de baso invertido. Esto propicia una mejor aireación del árbol disminuyendo el ataque de hongos. Esta labor de formación se debe seguir dando en sus primeros años y luego dar mantenimiento para mejorar la aireación interna (Ureña 2017).

Viteri *et al.* (2021) deduce que:

La poda también se utiliza para la renovación total del árbol mediante podas bajas que incentivan una nueva y vigorosa brotación que permitirá prolongar la producción por largo tiempo, siempre que el sistema radicular se encuentre sano, caso contrario, se logrará una brotación producto de las reservas y un decaimiento posterior.

El árbol de aguacate se debe formar desde que tenga una altura aproximada de 1,5 m de altura. La formación recomendada para la zona es como un vaso, por lo que las ramas laterales se distribuyen hacia los cuatro puntos cardinales, eliminando aquellos ejes del centro. Esta forma es la más indicada para favorecer la entrada de luz y reducir la humedad en el árbol, además los árboles que así se podan son más bajos y

facilitan las labores agrícolas en los mismos (Araya y Calderón 2017).

“La poda de formación y fructificación, práctica que se da a los árboles frutales para formar el esqueleto del árbol y que tenga un balance entre vegetación y producción” (León 2017).

En árboles cosecheros se deben podar las ramas de crecimiento vertical con altura excesiva para favorecer la entrada de luz y reducir humedad y por tanto problemas por hongos. Eliminar las ramas bajas o pegadas al suelo para evitar el salpique y con ello la diseminación de enfermedades hacia el fruto. Las ramas más bajas deben quedar a una altura mínima de 50 cm del suelo (Araya y Calderón 2017).

“La poda es necesaria para formar la estructura del árbol y mantener plantas productivas con un tamaño que facilite el manejo agronómico, para generar nuevas ramas que producirán flores y fructificación en los siguientes ciclos de producción del aguacate” (Viteri *et al.* 2021).

1.5.2.14. Remoción de la corteza.

Consiste en eliminar un anillo de corteza en parte de las ramas, para lograr aumentos en la producción. Para esto, se corta un anillo de un centímetro de ancho y se raspa ligeramente la madera que queda al descubierto. El tratamiento se hace máximo a la tercera parte de las ramas de cada árbol (Puerta 2016).

1.5.2.15. Cosecha

La maduración del aguacate es diferente la de otros frutales, en el sentido de que alcanza la maduración fisiológica adherida al árbol. La pulpa permanece dura mientras no se separe el fruto del árbol, hasta un punto en el cual empieza a perder calidad; el tiempo para esto depende de la variedad y de las condiciones de clima de la zona (Herrera 2017).

León (2017) informa que la recolección es la labor más costosa en el cultivo del aguacate, el tiempo va a depender de la altura de los árboles, para la recolección es necesario disponer de escaleras, tijeras o podadoras. El fruto debe ser recolectado con una parte de pedúnculo, para no permitir el desarrollo de hongos, no debe recibir golpes ni magulladuras ni dejara pleno sol.

1.6. Hipótesis

Ho= las labores agroecológicas y agrotécnicas según la literatura, no mejoran el rendimiento del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

Ha= las labores agroecológicas y agrotécnicas según la literatura, mejoran el rendimiento del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del documento se recopiló información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que contribuirán al desarrollo del presente documento que sirvió como componente práctico del trabajo de titulación.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre las principales labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente investigación detalla sobre las labores agroecológicas y agrotécnicas en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

Este fruto es consumido por todos los ecuatorianos y cada día tiene mayor aceptación en el mercado nacional lo que ha incentivado su cultivo; sin embargo, la concentración de la producción de la variedad más cultivada Fuerte repercute en precios bajos de la fruta a nivel de productor de acuerdo a las condiciones climáticas y las diferentes labores agrotécnicas del cultivo.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Para garantizar a los consumidores un producto inocuo y de calidad, los productores están garantizándose así una sostenibilidad en el mercado; sin embargo, no se tiene clara las condiciones agroecológicas que requiere el cultivo, así como su manejo agronómico, repercutiendo en el rendimiento.

Los vientos fuertes producen caída de flores, frutos, secamiento del estigma y rotura de ramas. Este fenómeno se protege utilizando cortina rompe vientos.

En cuanto a los requerimientos térmicos el aguacate cv. Hass, para amarre de fruto requiere temperaturas en un rango que va de 12-17 °C a 28-33 °C. Temperaturas mayores que 42°C son desfavorables para el cultivo. El mayor amarre de frutos de aguacate ocurrió con temperaturas entre 20 y 25 °C.

El nivel de exportación de la fruta no está acorde con lo de otros países, debido a los problemas que presenta la contaminación ambiental, exceso del uso de pesticidas, degradación de los suelos, ligados a ellos las condiciones

climáticas desfavorables en ciertas zonas de producción.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se destaca:

Promover a los agricultores la siembra del cultivo de aguacate en zonas óptimas para su desarrollo.

Tratar de capacitar a los agricultores sobre los beneficios del establecimiento de la plantación, para que incrementen los rendimientos.

Incentivar el consumo del cultivo en otras presentaciones, para que se obtenga valor agregado y mayor beneficio económico a los productores.

2.4. Conclusiones

Las conclusiones planteadas son:

Las buenas condiciones agroambientales en las zonas productoras de aguacate, propician un desarrollo del árbol y la obtención de fruto en prácticamente todo el año, así como un traslape continuo de las diferentes fases fenológicas del árbol por ello principalmente determinado por el estrato altitudinal, la utilización de tutores es una de las labores principales mediante las primeras fases fisiológica del arbolito ya que puede ser sometido a vientos fuertes o a lluvias extremas y puede quebrarse.

Los beneficios del establecimiento de aguacate, consiste en realizar todas las labores agrotécnicas desde preparación del suelo, excelente semilla, podas, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, tutorado durante los primeros años, para que el cultivo obtenga óptimos rendimientos.

2.5. Recomendaciones

Promover la siembra del cultivo de aguacate en las zonas óptimas para su desarrollo, con precipitaciones de 600 a 900 mm, y con suelos francos o franco arenoso a pH 5,5-7,5 con la finalidad de obtener mejores rendimientos en la producción.

Realizar todas las labores agrotécnicas que permitan el desarrollo, crecimiento y producción de las plantas con el propósito de mejorar la economía del productor y crear un ambiente socio económico y ambiental, en mejoras de la calidad del sector donde está establecido el cultivo y sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Bravo, A., Salazar-García, S. 2017. Las condiciones ambientales determinan la rugosidad de la piel del fruto de aguacate 'Hass'. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(SPE19), 4063-4073.
- Anguiano, C. J., Alcántar, J. J., Toledo, B. R., Tapia, L. M., Vidales-Fernández, J. A. 2017. Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán, México. In *International Avocado Society. Proceedings vi World Avocado Congress (Actas vi Congreso Mundial del Aguacate)*. Viña del Mar, Chile: *International Avocado Society*.
- Araya, M. D. M. C., Calderón, M. M. (2017). Manual de Manejo Pre y Poscosecha de Aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José de Costa Rica. Pag. 28-35.
- Araya, M. D. M. C., Calderón, M. M. 2017. Manual de Manejo Pre y Poscosecha de Aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José de Costa Rica. Pag. 28-35.
- Cabezas, C., Hueso, J. J., Cuevas, J. 2017. Anomalías morfológicas y fisiológicas del ciclo floral del aguacate en la Costa de Almería. In *Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España* (Vol. 19, pp. 231-236).
- Cossio-Vargas, L. E., Salazar-García, S., González-Durán, I. J. L., Medina-Torres, R. 2018. Fenología del aguacate 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(3), 319-324.
- Gálvez-Cendegui, L., Peñaloza, P., Oyanedel, E., Castro, M. 2016. Caracterización del tamaño de semilla nodriza de aguacate Esther y el desarrollo de sus plántulas. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(1), 79-85.
- García, J. D. 2017. El aguacate ecológico aspectos técnicos, sociales y medio ambientales de su cultivo en Andalucía. In *Proceedings V World Avocado Congress. October, Granada Spain* (pp. 707-712).
- Gil, J. G. R., Sánchez, D. A. C., & Osorio, J. G. M. 2014. Estudios etiológicos de la marchitez del aguacate en Antioquia-Colombia. *Revista Ceres*, 61(1), 50-61.
- Herrera Maldonado, C. A. 2017. *Estudio de la producción y comercialización*

del aguacate (persea americana) en las variedades fuerte y hass, en la provincia de Imbabura (Bachelor's thesis).

- INIAP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2015. Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Quito (Ecuador).
- León F., J. 2017. Manual del cultivo del aguacate (*Persea americana*) para los Valles interandinos del Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP, Granja Experimental Tumbaco.
- Puerta, O. D. 2016. Enfermedades. Del aguacate. *Queremos finalmente, expresar nuestros agradecimientos a las entida, 71*.
- Rebolledo, A., Romero, M. A. (2019). Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones subtropicales. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 12(2)*, 113-120.
- Rendón Pareja, S., Artunduaga Lemus, F., Ramírez Pisco, R., Quiroz Gamboa, J. A., Leiva Rojas, E. I. 2018. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del suelo en cultivos de mora, pasto y aguacate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 64(1)*, 5793-5802.
- Ríos-Castaño, D., Tafur-Reyes, R. 2018. Variedades de aguacate para el trópico: caso Colombia. In *V Congreso Mundial del Aguacate, Actas* (Vol. 1, pp. 143-147).
- Rocha-Arroyo, J. L., Salazar-García, S., Bárcenas-Ortega, A. E. (2017). Determinación irreversible a la floración del aguacate 'Hass'. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(4)*, 469-478.
- Salazar-García, S., & Lazcano-Ferrat, I. 2016. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' bajo condiciones de temporal. *Revista Chapingo Serie Horticultura, 5(especial)*.
- Salazar-García, S., Ibarra-Estrada, M. E., González-Valdivia, J. 2018. Fenología del aguacate 'Méndez' en el sur de Jalisco, México. *Agrociencia, 52(7)*, 991-1003.
- Talavera, C. M., Padilla, C. M. 2017. Reconsideraciones técnicas al ciclo biológico del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*, Kissinger). In *Proceedings V World Avocado Congress* (pp. 445-448).
- Ureña Zumbado, J. D. 2017. *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de aguacate*. Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú.

- Viera, A., Sotomayor, A., & Viera, W. 2016. Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional.
- Viteri, P., Viera, W., Gaona, P., Hinojosa, M., Sotomayor, A., Park, C., Villavicencio, A. 2021. Manual para el manejo de la poda en aguacate (*Persea americana* Mill.). Manual técnico No 123. Quito (Ecuador). INIAP. 41p.