

Guía de Cultivo del Aguacate en España

Claves para entender el lenguaje del aguacate



Andrés Ibarra & María García

Guía del cultivo del aguacate en España

Claves para entender el lenguaje del aguacate

María García & Andrés Ibarra



Capítulo I

Introducción.

1 - INTRODUCCIÓN.

El origen del aguacate se encuentra en Mesoamérica (región alta del centro de México y Guatemala). Su domesticación se remonta a más de 8.000 años atrás, según los hallazgos arqueológicos. Su nombre *ahuacatl* significa testículo en el idioma *nahualt*.



Uno de los primeros encuentros con esta planta, descrito por un español, tras el descubrimiento de América, se produce en 1526. Gonzalo Fernandez de Oviedo, en su *Sumario de la natural historia de las Indias*, describe este árbol y su fruta así:

“Hay unos árboles que se llaman perales, pero no son perales como los de España, mas son otros de no menos estimación; antes son de tal fruta, que hace mucha ventaja a las peras de acá. Estos son unos árboles grandes, y la hoja ancha y algo semejante a la de laurel, pero es mayor y más verde. Echa este árbol unas peras de peso de una libra, y muy mayores, y algunas de menos, y el color y talle es de verdaderas peras, y la corteza es algo más gruesa pero no más blanda, y en medio tiene una pepita como una castaña inserta, mondada; pero es amarguísima, según se dijo atrás del mamey, salvo que ésta es de una pieza, y la del mamey de tres, pero es así amarga y de la misma forma, y encima de esta pepita hay una telica delgadísima, y entre ella y la corteza está lo que es de comer, que es hartito, y de un licor o pasta que es muy semejante a manteca y muy buen manjar y de buen sabor, y tal, que los que las pueden haber las guardan y precian; y son

árboles salvajes así éste como todos los que son dichos, porque el principal hortelano es Dios, y los indios no ponen en estos árboles trabajo alguno...



El aguacate llegó posteriormente a España antes de 1572 donde se tienen los primeros registros del cultivo en la costa levantina de esta “*pera de Indias*”. A partir de aquí, hay un trasiego de semillas que los indianos van llevando a sus lugares de origen tras volver de las Américas. Este es el caso de D. José de Gálvez y Gallardo, marqués de Sonora y gobernador del Consejo de Indias (1720-1787) que mandó plantar de aguacates y otras plantas en su finca de Almayate en la Axarquía malagueña. O de D. Ángel Sordo Pandal que en 1906 sembró en Llacín la pequeña semilla del que sería, probablemente, el árbol de aguacate más longevo y grande del mundo, con más de 20 m de altura y 8 m de perímetro de tronco y casi un siglo y cuarto de edad. El famoso “Aguacatón de Porrúa”, ubicado en el concejo de Llanes, Asturias.

La expansión de este cultivo no se inicia, prácticamente, hasta el siglo XX, pero resulta curioso que en 1844 aparezcan anuncios publicitarios ofreciéndose esta

Capítulo II

Descripción taxonómica y fenología

2 - TAXONOMÍA, DESCRIPCIÓN Y FENOLOGÍA.

El aguacate es un árbol de hoja perenne que, según la raza y la variedad, puede presentar portes erectos o abiertos, llegando hasta los 20 m de altura. Las hojas son alternas, ovadas u obovadas, pedunculadas y muy brillantes, de entre 8 a 20 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho. Los tallos, en su juventud, antes de la lignificación, están provistos de cloroplastos y pueden realizar la fotosíntesis. Los órganos reproductivos aparecen en racimos de 8 a 14 cm de largo, con flores perfectas de 5 a 6 mm.

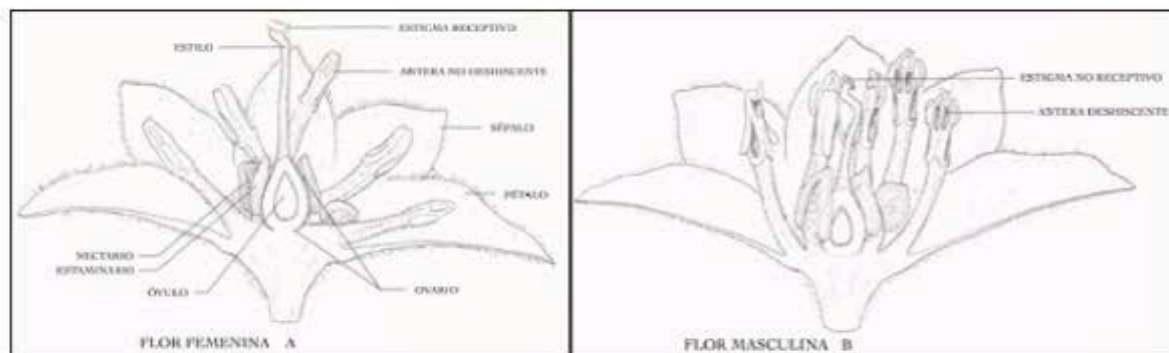
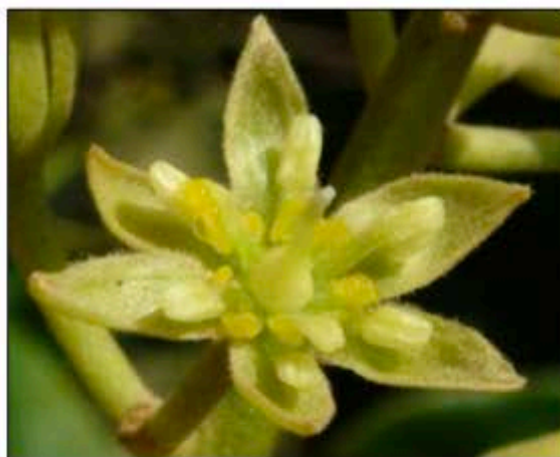
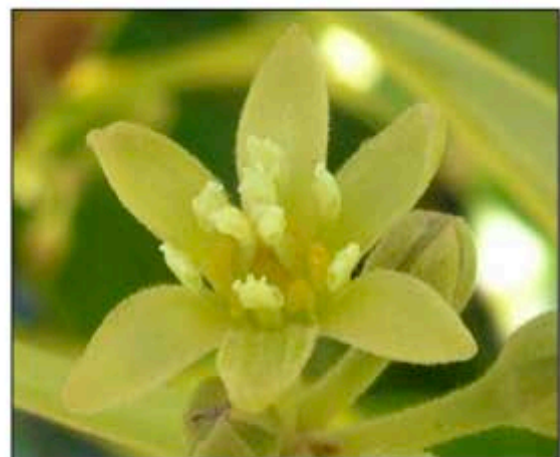


Fig. 2.1 - Mc Gregor, S.E. 1976 Insect pollination of cultivated crop plants. USDA



Flor femenina



Flor masculina

La peculiaridad de las flores de este árbol radica en que abren en dos momentos distintos del día, presentado un sexo en cada ocasión. Existen variedades que

durante la mañana abren en estado femenino y a la tarde lo hacen como masculino y otras variedades que funcionan de forma inversa. Este comportamiento se conoce como *dicogamia protoginia* y es un mecanismo natural para dificultar la autopolinización.

El fruto es una baya oval o piriforme, según variedad, de tamaño muy diverso. Cáscara de color verde a púrpura oscuro, con diversidad de grosores, de textura lisa o rugosa. La pulpa es firme, oleosa, de color amarillo a verde pálido. Contiene una semilla grande de unos 5 cm, dura y pesada, puntiaguda o redondeada, de color marfil.

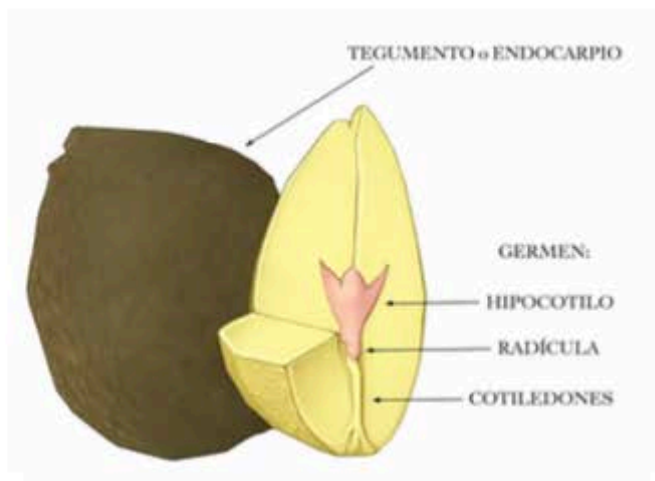


Fig. 2.3 - Partes de la semilla

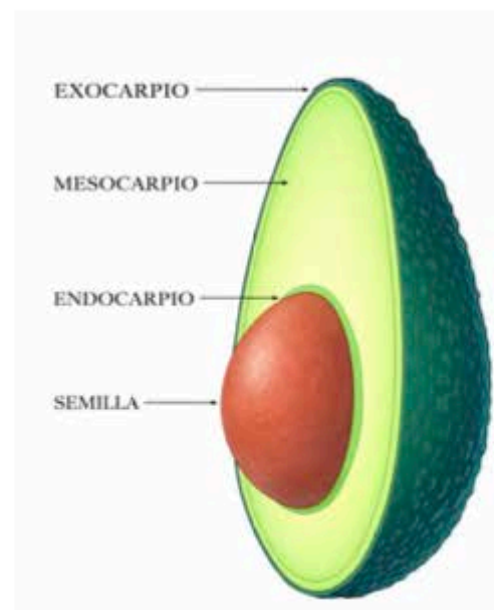


Fig. 2.3 - Partes del fruto.

2.1 - PROCESO DE FLORACIÓN.

La ausencia de altas temperaturas (Temperatura $>20^{\circ}\text{C}$) y los días cortos promueven la floración. Se requieren no más de 4 semanas con estrés por bajas temperaturas. En zonas donde la temperatura desciende con el invierno, como es nuestro caso, el desarrollo de la flor es lento. La fluctuación de temperatura puede producir un fenómeno de floración continua o superposición de flujos florales.

Capítulo III

Variedades

3.1. - VARIEDADES DE PIEL RUGOSA

3.1.1 - HASS

Fue obtenido por Rudolf Hass en California, en 1926. Es híbrido entre raza guatemalteca y mexicana (pero mayoritariamente guatemalteca, como todos los frutos "tipo hass"). Presenta un tipo de floración A. El fruto tiene forma de pera, de piel mediana a gruesa, rugosa y verde oscura que se va tornando violácea, casi negra, según va alcanzando el estado de maduración de consumo (entre primavera y verano) y que disimula muy bien los posibles golpes o defectos en el fruto. Tamaño pequeño a mediano (140-400 gr). El tamaño de la semilla es mediano, con un aprovechamiento de la pulpa del 66-70%. Su carne es de muy buena calidad y poco fibrosa, con ligeros toques de nuez en el sabor.

La razón por la que esta variedad se ha convertido en la más cultivada y consumida en todo el mundo, es por su amplio periodo de recolección, que abarca desde diciembre a mayo en zonas costeras y de enero a junio en zonas de interior. Unido a su calidad y sabor de pulpa, así como a la gran resistencia del fruto, tanto en el árbol como después en poscosecha, lo que favorece la exportación, resistiendo viajes de más de 50 días en barco.



3.1.2 - LAMB HASS ®

Es un híbrido de guatemalteco x mexicano. Pertenece al grupo floral A. Su fruto es muy parecido a hass, de tamaño algo más grande y más ensanchado. Proviene de cruces con la variedad gwen.

Es una variedad recientemente introducida en España, de hecho está patentada y su distribución queda restringida solo a viveros autorizados. La fruta es muy parecida a hass, aunque con los “hombros” más anchos, tornando el color de su piel a negro en la madurez. Tamaño mayor que hass. Su recolección es más tardía, de marzo a mayo en el sur y de abril a junio en el norte. La producción de esta variedad es más alta, en torno al 50 % más que hass, pero el precio de venta en el mercado es menor. Produce frutos en racimo en el interior de la copa, protegidos por un brote. El árbol, de porte similar a un “sauce llorón”, con ramas horizontales, es más tolerante que hass a los vientos, a las altas temperaturas y a la araña cristalina.



Capítulo IV

Patrones

4 - PATRONES

Existen dos tipos de patrón o portainjertos: los de semilla y los clonales. En los primeros, se germina una semilla y cuando esta tiene un tamaño determinado se realiza el injerto de la variedad deseada. Las semillas, procedentes de reproducción sexual (con genes de distintos árboles), confieren a las plantas una gran variabilidad genética, que en campo se traduce en mayor heterogeneidad de la plantación, ya que cada planta se expresa de forma distinta.

En el caso de los patrones clonales, el proceso es más complejo, lo que explica su mayor precio. A través de los diferentes métodos de clonación (Frolich y Platt, Allesbeste o método Brokaw) se obtienen plantas exactamente iguales, genéticamente hablando, tanto en el patrón como en la variedad injertada. Esto confiere una mayor homogeneidad en las plantaciones, que se traduce en crecimientos y producciones más regulares y uniformes. Además, es característico de estas plantas tanto la precocidad en la entrada en producción (iniciándose a partir del segundo año generalmente), como la mejora del rendimiento, obteniendo mayor cantidad de fruta.



Imagen cortesía Viveros Brokaw

El proceso básico de obtención de los clones es el siguiente:

- 1) Siembra de semillas nodrizas, de una variedad que no es la que nos interesa, pongamos por ejemplo zutano.
- 2) Germinación de las semillas y obtención de plantas zutano.
- 3) En esta planta se corta el ápice y se injerta la púa de Duke 7
- 4) Etiolización en cámara oscura para promover la formación raíces.
- 5) Anillamiento del tallo de zutano, por debajo del injerto, para interrumpir el flujo de savia hacia la raíz y provocar acumulación de reservas en la zona del anillo.
- 6) Se recubre de sustrato la zona del etiolizado para que emita raíces.
- 7) Se produce la emisión del nuevo sistema radicular.
- 8) Se practica el injerto de hass en duke 7.
- 9) El nuevo injerto de hass se desarrolla emitiendo brotes.
- 10) Alcanzado el tamaño deseado la planta está en disposición de ser plantada.

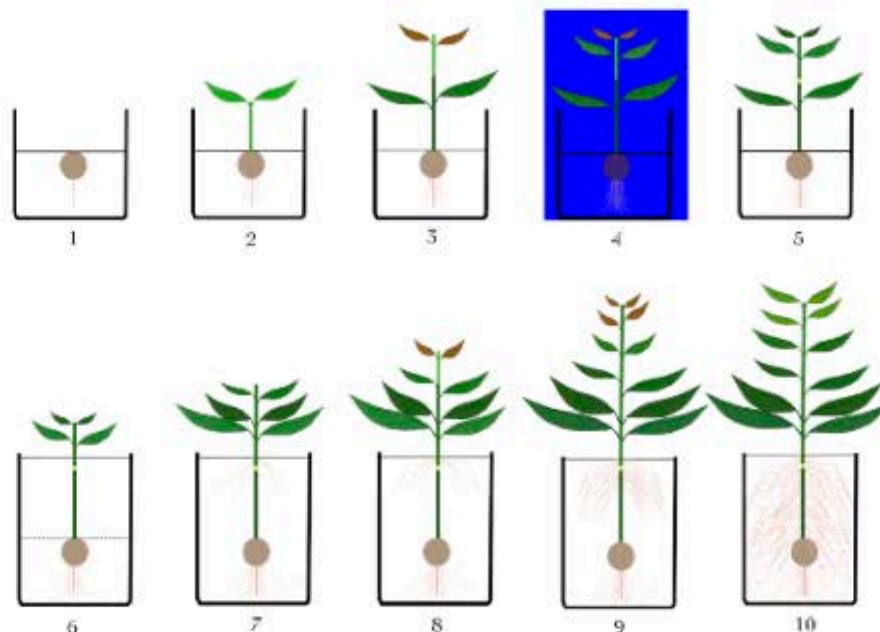


Figura 4.1 - Proceso de clonación

Capítulo V

Edafología

5 - PARÁMETROS DEL SUELO

El suelo es el medio donde se desarrollarán las raíces para dar anclaje y soporte a la estructura del árbol. Es el lugar de donde se obtendrán los elementos químicos y el agua necesarios para elaborar el alimento de la planta. Una relación árbol-suelo adecuada es imprescindible para que la plantación prospere y produzca según las expectativas previstas. Por ello, es imprescindible conocer algunos conceptos básicos para entender la dinámica de los suelos y las necesidades de la planta relacionadas con los mismos. Por supuesto, es muy importante contar con una analítica de agua y suelo antes de empezar el proyecto, para conocer el punto de partida.

5.1 - TEXTURA

Se define por la cantidad y tamaño de las sustancias inorgánicas que posee un suelo: arena, limo y arcilla.

- **Arena:** es la parte inerte del suelo. Presenta solamente funciones mecánicas. Constituye el almacén interno sobre el cual se apoyan las otras fracciones finas del suelo, facilitando la circulación del agua y del aire.

- **Limo:** partículas de tamaño intermedio. Algún tipo de limo (especialmente los muy pequeños) puede presentar cierta carga eléctrica, pero, en general, no la tienen. Esto impide que las partículas floculen, por lo que el suelo rico en limos no tiene conductividad hidráulica y se apelmaza.

PARTÍCULA	Ø mm
ARENA	2-0,05
LIMO	0,05-0,002
ARCILLA	<0,002

- **Arcilla:** partículas muy pequeñas que componen la parte coloidal mineral del suelo. Representa la fracción más activa, desde el punto de vista físico-

El aguacate proviene de suelos denominados *andisoles* (suelos de los Andes), derivados de cenizas volcánicas con una densidad de 0.5 a 0.8 gr/cm³, con alta macroporosidad, pH ácidos y alto contenido en materia orgánica. Para su cultivo en España se deben evitar suelos con altos niveles de arcilla (> 25 %) y limo (> 40 %). En tales casos la preparación del terreno será una labor delicada.

5.2 - ESTRUCTURA

Es el resultado de la granulometría (tamaño y peso) de las partículas que conforman el suelo y de cómo están dispuestas. La evolución del suelo produce una estructura estratificada denominada perfil y las capas que lo forman son los horizontes.

- **Horizonte O:** Es la parte más superficial del suelo, formado por hojas, ramas y restos vegetales (detrito).
- **Horizonte A:** Es superficial y en él enraíza la vegetación herbácea. Su color es generalmente oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado. Está sujeto a bioturbación (alteraciones en el sedimento por acción de los seres vivos).
- **Horizonte B:** Carece prácticamente de humus, por lo que su color es más claro (pardo o rojo), en él se depositan los materiales arrastrados desde arriba, principalmente materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, etc.
- **Horizonte C:** Está constituido por la parte más alta del material rocoso sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica. En él aún puede reconocerse las características originales del material rocoso.

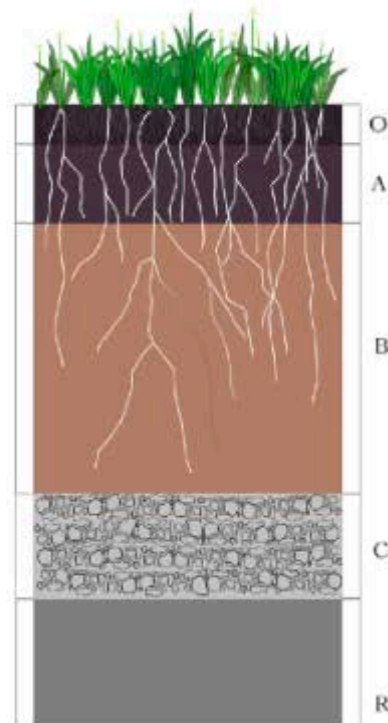


Fig. 5.2 - Perfil del suelo

Capítulo VI

Factores Climáticos

6 - UBICACIÓN DE LA PLANTACIÓN.

Una correcta ubicación de la finca supone el primer pilar para la viabilidad del proyecto. En la actualidad existen técnicas para combatir muchos de los limitantes agrícolas, pero el coste económico que conllevan puede repercutir de forma importante en la viabilidad del proyecto. Además, podría disminuir considerablemente la productividad potencial esperada. Por este motivo, si al elegir una finca se atiende desde el primer momento a criterios de defensa pasiva se partirá desde una mejor posición que ofrecerá mayores garantías. Los limitantes más importantes serán las temperaturas, los vientos y los suelos con texturas pesadas. Teniendo estos tres factores presentes a la hora de elegir el emplazamiento, se podrá identificar el perfil de finca más apropiado, es decir, la ubicación que estará menos expuesta a estos riesgos.

6.1 - BAJAS TEMPERATURAS.

Las bajas temperaturas son uno de los principales factores limitantes que pueden afectar a las plantaciones, en forma de heladas o en combinación de viento y masas de aire frío. El aguacate, proveniente de zonas tropicales y subtropicales, no está preparado genéticamente para resistir inviernos duros, con heladas constantes. No obstante, y como se puede apreciar en las siguientes fotografías, si puede soportar bajadas de temperatura puntuales. Estas zonas de cultivo, los valles de Petorca y la Ligua en Chile, sufren de forma esporádica nevadas y no por ello dejan de ser zonas productoras.

No en las zonas mediterráneas, con menores riesgos de bajas temperaturas, pero si en el litoral norte de la península se dan una serie de factores que desembocan en un clima con inviernos suaves. Por un lado, el agua del mar ejerce un efecto regulador, amortiguando las bajas temperaturas, por lo que a mayor cercanía a la costa generalmente habrá menor riesgo de helada. Por otro lado, la cornisa cantábrica actúa como un muro que aísla de las bajas temperaturas que se producen en la llanura castellano leonesa. A parte de estos condicionantes, no se obviará, el aumento progresivo de las

temperaturas desde el último siglo, que está suavizando los inviernos de todo el planeta.

Conceptos

- Helada: Formación de cristales de hielo en las superficies, tanto por congelación del rocío, como por cambio de fase de vapor de agua a hielo.
- Helada por radiación: Enfriamiento debido a la pérdida de energía por el intercambio radiante durante la noche despejada, en calma o con vientos suaves y con inversión térmica, con Temperatura del aire $< 0^{\circ}\text{C}$ durante la noche y $> 0^{\circ}\text{C}$ durante el día.

CLASIFICACIÓN SEGÚN HUMEDAD	
BLANCA	CON HUMEDAD RELATIVA ALTA. FORMACIÓN DE ESCARCHA.
NEGRA	CON HUMEDAD RELATIVA BAJA. NO SE FORMA HIELO. ES MÁS DAÑINA QUE LA HELADA BLANCA. EL ADJETIVO "NEGRA" HACE ALUSIÓN AL DAÑO EN LOS TEJIDOS VEGETALES QUE SE APRECIA.

- Temperatura del Punto de Rocío: Temperatura a la cual el aire alcanza una saturación del 100 % de Humedad Relativa.
- Inversión térmica: Acumulación del aire frío (de mayor densidad) en las capas bajas mientras que el aire caliente (de menor densidad) ocupa las capas más altas. Existen dos diferenciaciones:

CLASIFICACIÓN SEGÚN INTENSIDAD	
DÉBIL	POCA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL SUELO Y EL TECHO DE LA INVERSIÓN
FUERTE	INCREMENTO RÁPIDO DE TEMPERATURA CON LA ALTITUD (TECHO BAJO)

Capítulo VII

Plantación

7- PLANTACIÓN

7.1 PREPARACIÓN DEL SUELO.

La preparación del suelo es una de las cuestiones claves para lograr una buena instalación de la planta. Aquellas mejoras que no se hagan en preplantación, serán imposibles de realizar después de la misma. Para realizar una correcta labor hay que tener en cuenta dos aspectos de suma importancia:

1) El sistema radicular del aguacate es muy débil. Está preparado genéticamente para desarrollarse en suelos volcánicos, con una densidad aparente de 0,5 a 0,8 gr/cc, con niveles de macroporosidad del 33 al 58 % y una profundidad de más de 1,5 m. Sin embargo, los suelos de la península generalmente tienen una densidad de entre 0,90 y 1,40 gr/cc, una macroporosidad del 10 al 20 % y, en algunas zonas productoras, una profundidad media de 50 cm. Esto, en el campo, quiere decir que el sistema radicular podría tener dificultades para explorar el suelo. Tanto la raíz pivotante, para alcanzar su profundidad ideal, como las raíces absorbentes, situadas en los primeros 50 cm, para expandirse por los horizontes más superficiales.

2) La textura del suelo. Por una parte, la mayor o menor presencia de arcilla va a condicionar la capacidad de retención de agua y el drenaje. El aguacate es un árbol extremadamente sensible a la falta de aireación y, por tanto, muy susceptible a asfixia radicular por encharcamiento. Por otro lado, la presencia de altos niveles de limo podrían provocar también un bajo índice de aireación a nivel radicular.

Teniendo estos dos aspectos claros, veamos cómo se puede preparar el suelo de cara a la plantación:

En primer lugar se debe despejar el suelo de la cubierta vegetal. La superficie debe quedar lo más limpia posible. Después se realiza el replanteo, es decir, el marcado del lugar donde irá cada fila de plantas. Esta labor se

hace entre varias personas, sirviéndose de una cinta métrica y cuerdas. Tras la preparación del suelo, el lugar donde irá cada planta se puede marcar con cañas, con un puñado de yeso (que es bastante visible) o con cualquier otro elemento. Tras el replanteo se procede a la apertura de las pozas. En este punto hay dos posibilidades en función de la orografía y pendiente de la finca.

Finca con pendiente. Se hará una poza por planta con una pala retro excavadora (o similar), removiéndolo un metro cúbico de suelo. Después se rellena de nuevo teniendo cuidado de que no haya volteo de horizontes, es decir, que la tierra vegetal del primer horizonte vuelva a su lugar y no quede enterrada y la tierra del fondo no quede en la superficie (para no perder fertilidad). Con esta labor, el suelo habrá aumentado su volumen (mayor macroporosidad) quedando un poco por encima del nivel anterior. Se recomienda tomar tierra superficial de los alrededores y acumularla sobre la poza para formar el “**pedestal**”, donde finalmente se situará a la planta. Este método es la mejor forma de asegurar una ruptura de la estructura, que facilitará la expansión radicular y mejorará el drenaje, sin recurrir a la labor de subsolado, que podría aumentar la erosión y la consiguiente pérdida de tierra, debido a la pendiente y las lluvias.

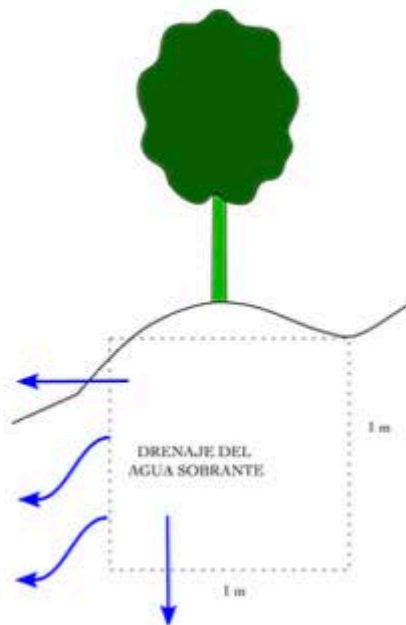
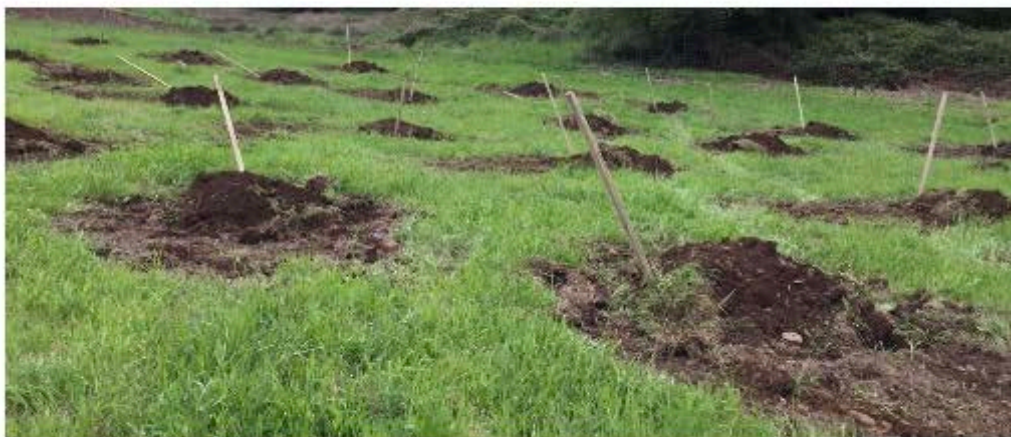


Fig. 7.1 - Pedestal



Pedestales antes de la plantación

Capítulo VIII

Fertilización

8 - FERTILIZACIÓN

Con la acción de fertilizar se busca mejorar la calidad de la tierra, aumentando los nutrientes a niveles óptimos, según cada etapa de desarrollo, y reponiendo las cantidades de éstos que se pierden anualmente, tanto con las sucesivas producciones de fruta que se extrae de una explotación, como por el lavado continuo a través del riego o la lluvia, que arrastra los nutrientes al subsuelo, donde las raíces no pueden alcanzarlos.

Para hacer una fertilización eficiente debe considerarse, por un lado, los niveles de nutrientes que necesita la especie vegetal en concreto, en este caso el aguacate, por otro lado, el momento del año o estado fenológico en que más necesario será cada elemento y, finalmente, cómo o con qué se realiza la fertilización y dónde aplicar los abonos para que la planta los tenga “a mano”.

La importancia de los niveles de nutrientes en el suelo se puede ilustrar haciendo referencia a la Ley de Mínimos de Justus Von Liebig, que dice lo siguiente:

“El aumento de la cantidad del nutriente más abundante no hace aumentar el crecimiento de las plantas. Sólo el aumento de la cantidad del nutriente limitante (el más escaso) hace mejorar el crecimiento de un cultivo.”

Empleando la analogía del barril con duelas desiguales, donde la capacidad de ese barril está marcada por la duela más corta, se ilustra lo que ocurre con todos los factores que intervienen en el desarrollo de las plantas, desde las condiciones ambientales, hasta los nutrientes que necesita. Aquel elemento que más escasee será el que determine tanto el crecimiento máximo como la producción máxima.

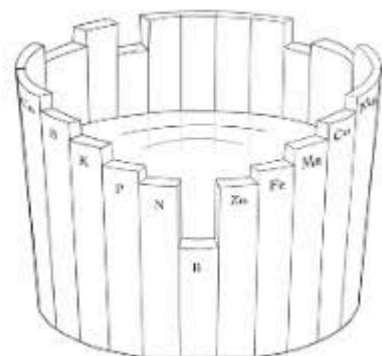


Fig. 8.1 - Barril de duelas desiguales modelo Liebig.

Capítulo IX

Poda

9 -PODA.

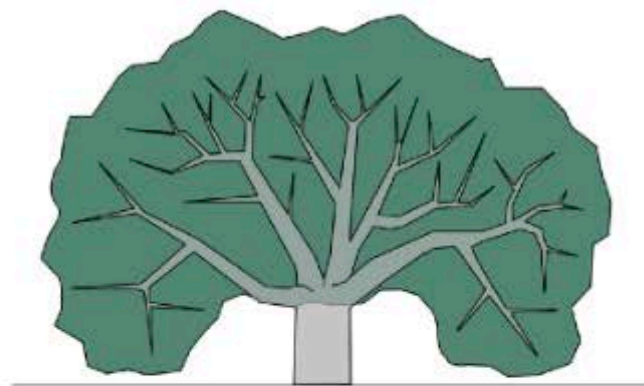
La poda es una operación fundamental que persigue, a través de una serie de técnicas en las que se realiza la retirada de material vegetal, ralentizar el envejecimiento del árbol, mejorar su salud y mantenerlo dentro de unas dimensiones concretas, conformando una estructura equilibrada en la parte aérea para facilitar las labores agrícolas y regular la producción. Es importante señalar que hay tantas formas de podar como podadores, ya que es una cuestión de estrategia, donde existen multitud de posibilidades válidas. Todo dependerá de los resultados que se deseen obtener, si se busca productividad, equilibrar producción, crear estructura o regenerar copa.

En el ciclo vital de cualquier árbol se pueden observar tres etapas:

- 1) Etapa de crecimiento. Se crea la estructura principal del árbol: tronco, ramas, ramillas y raíces. No hay reproducción, ya que no se ha alcanzado la madurez sexual en una planta natural (sin injertar).
- 2) Etapa de reproducción. Se produce crecimiento vegetativo combinado con emisión de yemas florales, que finalmente serán frutos con capacidad de crear nuevos individuos desde su semilla. El vigor de la planta se reparte entre crecer y desarrollar frutos. Dependiendo de cada año prevalecerá uno u otro.
- 3) Etapa de senescencia, en el cual producción y crecimiento inician un proceso de decadencia. Los tejidos comienzan a agotar sus reservas y a deteriorarse hasta dar lugar a la muerte del árbol.

Con relación a estas etapas, la poda debe adaptarse al estado en que se encuentre en ese momento el árbol, ya que cada situación es diferente y se persiguen objetivos distintos.

ramillas formando un entramado de follaje por toda la superficie de la copa. Es muy importante en el aguacate que exista una zona de ramas bajas conformando las denominadas “faldas”. Estas ramas bajas son muy productivas y, además, tienen la función de detener el viento y evitar que se lleve la capa de hojarasca que se forma bajo la copa. A veces se producen roces de algunos frutos contra el suelo y éstos pierden calidad comercial, pero está demostrado que la función de las ramas bajas superan con creces las pérdidas económicas que puedan acarrear estos pocos frutos rozados. En el norte habrá que observar las consecuencias de dejar estas faldas en según que zonas. La excesiva humedad relativa del ambiente podría potenciar posibles enfermedades fúngicas. No obstante, se recomienda que éstas no lleguen a tocar el suelo pero que estén lo suficientemente bajas como para cumplir la función de protección frente al viento. Se podría evitar que los frutos arrastren por el suelo usando puntales de diversos tamaños, como se emplean también en el caso de los manzanos.



Por el contrario, la formación en eje vertical se empieza implantar en las nuevas explotaciones debido la elección de marcos de plantación más intensivos, que persiguen aprovechar un poco mejor el terreno y, si es posible, la mecanización de la poda.

Esta estructura consiste en un fuste recto central, que se mantiene entre 3 y 4 m de altura, desde donde salen varios pisos de ramas productivas. Las ramas suelen ir insertas en el tronco central a unos 90° aproximadamente (orientadas a los cuatro puntos cardinales). Esta estructura da una apariencia de abeto de navidad al árbol. El crecimiento de la masa puede llegar a solapar unos árboles con otros formando un seto.

Capítulo X

Riego

10-RIEGO

Con el acto del riego vamos a aportar la cantidad de agua que el árbol necesita y que la pluviometría de la zona, ya sea por la frecuencia o por el volumen de lluvia, no puede satisfacer. Las necesidades de riego están sujetas al volumen de agua que la planta transpira en cada momento y esto, a su vez, está en función de la climatología, el suelo y las características intrínsecas del cultivo.

La transpiración se produce durante todo el año, pero el momento de mayor intensidad en el árbol ocurre durante la floración y el cuajado, es decir a partir de mediados de primavera. Este periodo es crítico, por lo que no debe faltar el agua. Durante el engorde rápido del fruto, proceso que coincide con el verano y parte del otoño, la disponibilidad de agua es igualmente fundamental para lograr una buena absorción del potasio y, por lo tanto, obtener buenos calibres. En definitiva, aportar agua artificialmente será necesario en aquellos años en que las lluvias sean escasas en los momentos descritos.

10.1 CONCEPTOS BÁSICOS.

Evaporación: Proceso mediante el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante.

Transpiración: Vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta. Se produce mayormente a través de los estomas.

Evapotranspiración (ET): Es la simultaneidad de ambos procesos descritos, sin que haya forma sencilla de distinguir entre ambos. Se mide en mm por unidad de tiempo. Los factores que afectan a la ET son:

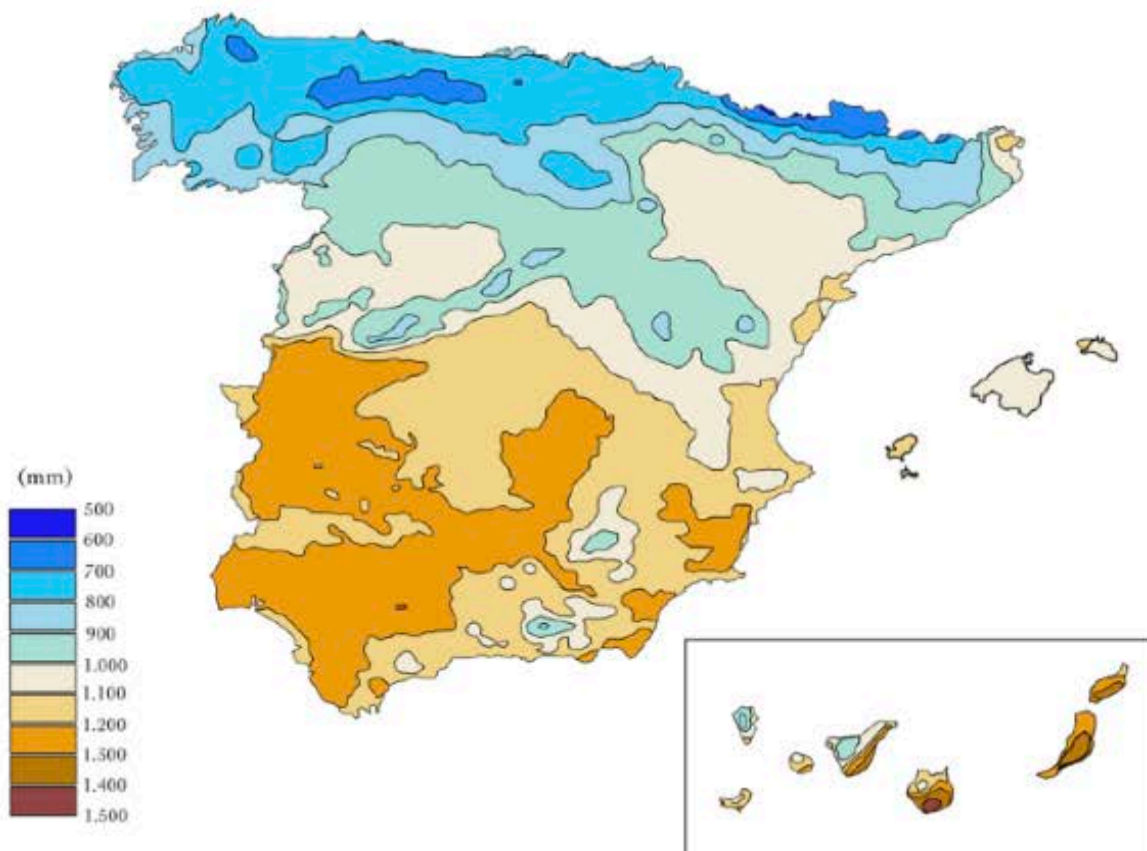
- Climáticos (radiación solar, H^a y Temperatura del aire, velocidad del viento, etc.)

- Cultivo (tipo de cultivo, variedad, etapa de desarrollo, altura de las plantas, etc.)

Evapotranspiración de referencia (ET_0): Expresa el poder evaporante de la atmósfera. Es la tasa de evaporación de una superficie de referencia que ocurre en una situación ideal, sin restricciones de agua y en un cultivo específico.

Evapotranspiración potencial (ET_P): Máxima cantidad de agua que se puede perder en forma de vapor de agua, en un clima en particular, en un tramo continuo de vegetación que cubre todo el suelo y que tiene un suministro adecuado de agua. Por lo tanto, incluye la evaporación del suelo y la transpiración de la vegetación de una región específica en un intervalo de tiempo determinado.

MAPA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL



Mapa editado a partir del realizado por el Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España

Capítulo XI

Plagas

11- PLAGAS

11.1 ARAÑA CRISTALINA.

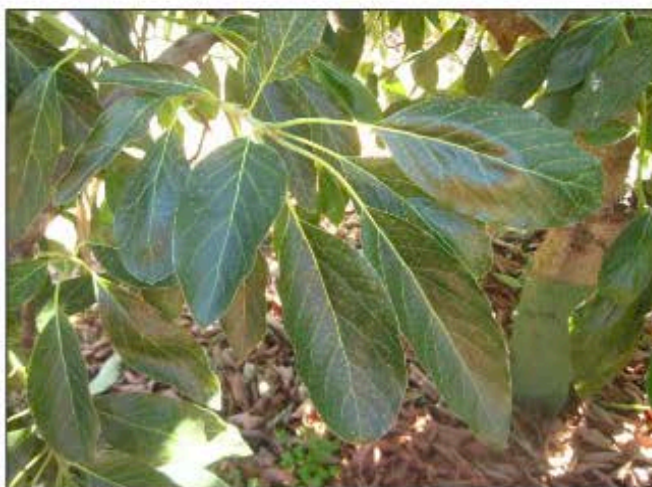
Oligonychus perseae. Tetranychidae

Esta es la plaga más frecuente en la península. El adulto tiene el cuerpo pequeño y globoso. La hembra con forma redondeada y el macho de tamaño alargado y de menor longitud, ambos con número y longitud de setas dorsales variables según especie. Se hospeda en el envés de las hojas de cualquier edad, principalmente a lo largo de las nervaduras laterales. Se alimenta succionando savia. Se protege con una seda. Forma colonias de individuos, ocasionando puntos de tejido muerto que obstruye la fotosíntesis.



Imagen: Departamento de Protección vegetal ICIA

Síntomas. Las hojas presentan multitud de puntos de color verde claro que brillan con la luz. Posteriormente, con la muerte de los ácaros, se tornan amarillo, rojizo y por último marrón oscuro. Los síntomas de una infección severa se manifiestan como defoliación, debilitamiento general, árboles raquíticos, con frutos poco desarrollados y escasos. Ataca sobre todo en primavera y otoño, aunque está presente todo el año. Se ve favorecido por altas temperaturas y lluvias escasas. Este persiste con la lluvia moderada, al contrario que *O. punicae*.



Ciclo.

CICLO BIOLÓGICO (A 23 ° C)			
ESTADO	PROMEDIO (días)	ESTADO	PROMEDIO (días)
HUEVO	6,6	DEUTOCRISÁLIDA	1,34
LARVA	2,64	DEUTONINEA	1,57
PROTOCRISÁLIDA	1,26	TELIOCRISÁLIDA	1,18
PROTONINEA	2,00	ADULTO	16,63

Métodos de control culturales.

- No se suele tratar contra esta plaga a menos que sea muy fuerte la infestación.
- Desinfección de las herramientas.
- Podar y quemar los restos dañados, si no se hace, los ácaros se dispersan a otras plantas vecinas.

Control biológico

Phytoseiidae. Son una familia de ácaros, enemigos naturales, que reducen las poblaciones eficazmente.

Chrysopa carnea, muy común en los campos, también es enemiga natural.

Acaricidas ecológicos

- Extractos naturales de neem, ajo, chile y canela. Tienen efecto disuasorio.
- Azufre elemental.
- Azadiractina.
- Aceite de Naranja.

Capítulo XII

Enfermedades

12- ENFERMEDADES.

12.1 - TRISTEZA.

Phytophthora cinnamomi.

Es considerado uno de los problemas más graves de cualquier zona productora de aguacate del mundo. Se conoce como la “tristeza del aguacate”. Antes de continuar, es importante añadir que en la mayoría de los casos en los que se culpa a la *phytophthora* del mal estado de las plantas, son los malos diseños y programas de riego los responsables de los síntomas que se manifiestan. Es decir, la sintomatología del hongo y de la hipoxia es la misma y pocas veces se envían muestras a un laboratorio para determinar la presencia del patógeno. De hecho, en campo, muchos de los problemas de “tristeza” se acaba solucionando con un cambio de emisores, un reajuste de caudal y frecuencia de riego o unos consejos para mejorar un suelo con alto porcentaje en arcilla.

La *phytophthora* sobrevive varios años en las raíces y en el suelo en forma de zoosporas. Éstas germinan cuando se dan condiciones favorables (generalmente malos programas de riego y preparaciones de suelo deficientes o nulas), desarrollándose las hifas del hongo, que conforman el micelio. Éste, a su vez, genera las zoosporas de nuevo, completando el ciclo.

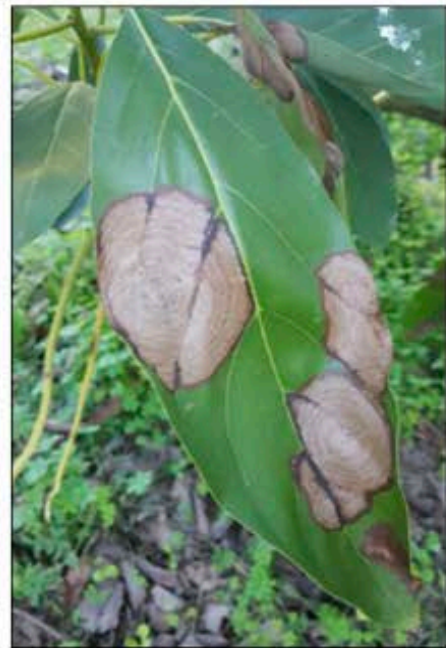
Condiciones favorables.

- * Terrenos planos con deficiencias en el drenaje, con suelos pesados y zonas de alta precipitación (o riego en exceso). Esto se traduce en contenido en arcilla alto, capacidad de retención de agua alta y conductividad hidráulica baja. El árbol no tolera la falta de aireación del suelo y es muy sensible al exceso de humedad.
- * La infección por el patógeno es óptima a una temperatura de suelo de entre 21 y 30 °C, y no hay prácticamente infección por encima de 33 °C o por debajo de 9-12 °C . El pH óptimo para el desarrollo de la enfermedad es de 6,5.

El hongo fructifica dentro de la cáscara del aguacate hasta que los conidios son liberados en una matriz mucilaginosa.

Síntomas. Es una de las principales enfermedades que atacan a la hoja. Más difícil de observar en fruto, donde provoca lesiones de marrones a negras de 0,5 a 3 cm, levemente hundidas, sin bordes definidos que avanzan diametralmente. En el centro de estas lesiones aparecen granos anaranjados-rojizos (*C. acutatum* posee masa de esporas más abundante, de color más anaranjado y de desarrollo más lento). Posteriormente las lesiones se vuelven más grandes y hundidas, uniéndose unas con otras, cubriendo la superficie del fruto. Llegan a alcanzar la pulpa, ocasionando pudrición y mal sabor. En frutos de la variedad hass maduros es difícil percibir los síntomas (por el color de la piel).

Los síntomas en hojas son muy comunes. Aparecen manchas de color marrón con veteado tipo madera, inconfundibles. En las ramas, se originan exudaciones blanquecinas que secan las partes atacadas (no son determinantes de la enfermedad y aparecen por muchos otros motivos). En flores, se muestra una coloración marrón que causa la caída y el aborto de los frutos.



Fotografía: María García Aguilar

Condiciones favorables. El momento de mayor liberación de microesporas es de 6:00 a 8:00 am. Hay mayor incidencia en frutos golpeados o afectados por alguna plaga.

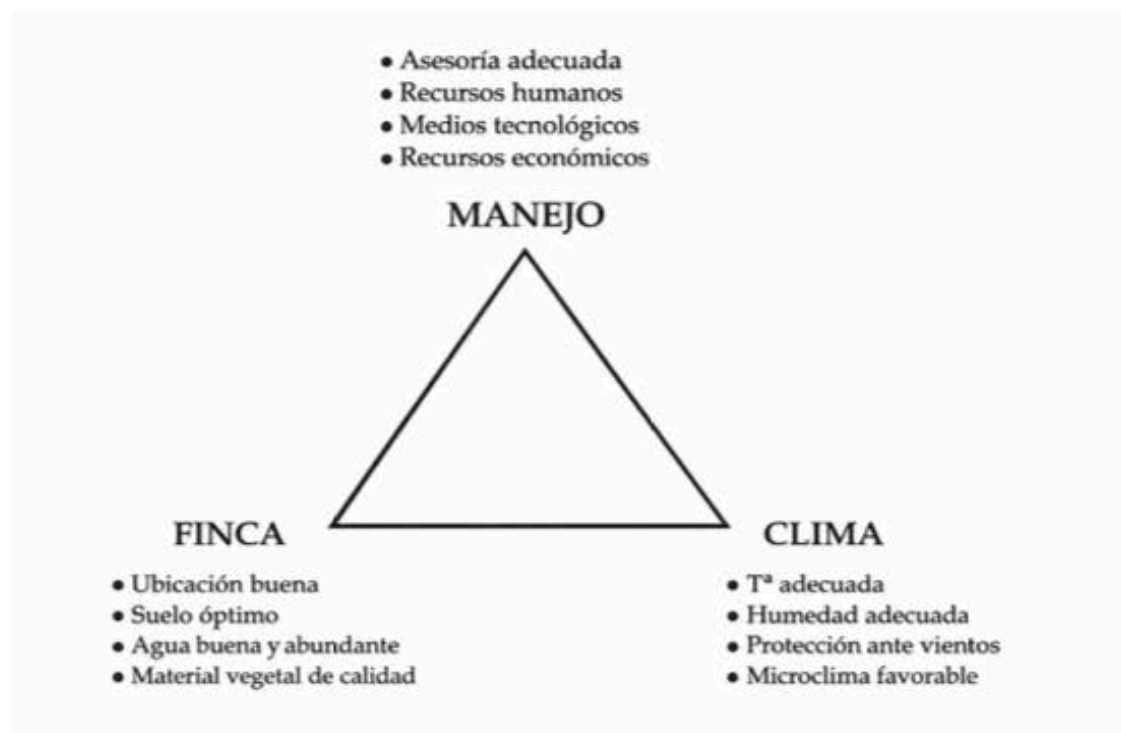
- Con humedad mayor del 80 % y nubosidad de 4 a 6 horas continuas.
- Temperatura mayor de 13 -14 °C.
- Precipitaciones de más de 1.500 mm anuales o mala aplicación del agua del riego.

Capítulo XIII

Producción

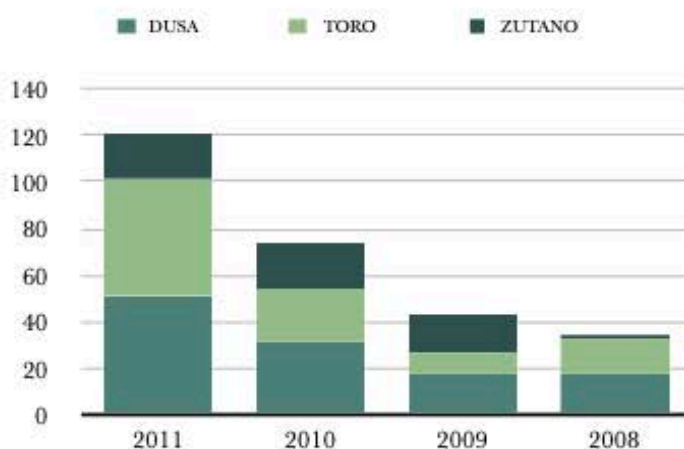
13- PRODUCCIÓN

La productividad media considerada del aguacate, según datos oficiales del Ministerio de Agricultura, es de unos 8.000 kg por hectárea. Esta cifra es una media que engloba fincas de distintas zonas, con edades y manejos muy dispares. Para hacerse una idea aproximada, en una finca moderna en plena producción (a partir del año 10º por ejemplo), con plantas en óptimo estado sanitario, con marcos de plantación de 6 x 4 m (más de 400 árboles/ha), con un manejo profesional y sin ningún contratiempo climático, podría llegar a producir más de 20.000 kg. Esto supone una producción superior a 50 kg por árbol. Esta cifra no es fácil de mantener cada campaña y por eso debe ser tomada con precaución a la hora de hacer cálculos en los estudios de rentabilidad. Hay que considerar la variabilidad relativa al clima, la relativa a la explotación y la relativa a quienes manejan la finca y los medios con los que cuentan. Lo que llamamos el triángulo de la productividad potencial. Cada parámetro que se aleje de lo óptimo, restará poder productivo a la plantación. Si son varios los factores que no se ajustan a las necesidades de la plantación, podrían hacerla inviable.



comienzan a producir ya el año 2º). Lo normal es observar floración en los años anteriores. A veces, en el momento de la plantación, los plantones vienen con flor desde el vivero. Es necesario quitarla. Esta floración va a restar energía de crecimiento a la planta y es imprescindible que se forme una estructura de tronco y ramas fuerte, para soportar el peso de la fruta. Hasta que el árbol tenga un tronco de unos 10 cm de diámetro (a la altura del tocón) y una altura de casi 2 m aproximadamente, con un buen volumen de copa, no sería recomendable dejar la producción. Existe el riesgo de mermar las cosechas futuras, basadas en el nivel de reservas que la planta pueda almacenar. De hecho cada fruta necesita una media de 40 hojas para ser alimentada correctamente, por lo que un bajo volumen de copa podría agotar a la planta. Generalmente, entre el año 8º y el 10º se alcanza la plena producción. Se puede manifestar una mayor variación en las cosechas debido a la vecería, que es la tendencia a producir abundantemente un año (on) y descansar el siguiente (off). Con respecto a la producción máxima, la experiencia personal en visitas de campo y las fuentes consultadas sugieren cosechas de más de 100 kg por árbol a partir del año 10º, pero todo esto queda sujeto al tamaño de las plantas, a las condiciones edafoclimáticas y a la experiencia del agricultor para gestionar la plantación.

En cuanto a las diferencias productivas entre clones y árboles de semilla, se puede observar en las plantaciones establecidas, como las plantas clones o mejoradas alcanzan antes esa estructura arbórea recomendada para poder dejar la fruta. Además, la selección genética de la variedad injertada aumenta la capacidad productiva sustancialmente.



Capítulo XIV

Recolección y poscosecha

14- RECOLECCIÓN Y POSCOSECHA.

Es muy común, al adquirir la fruta en el comercio, tener que esperar un periodo de tiempo para poder consumirla, desde unos pocos días hasta semanas incluso. Esto se debe a que el aguacate, al igual que otras muchas frutas, tiene tres etapas durante su proceso de maduración: la madurez fisiológica, la madurez de consumo y la sobremadurez.

El aguacate es un fruto climatérico¹, que debe ser recolectado a partir de un momento determinado para poder alcanzar la maduración de consumo (gracias a la síntesis de etileno de forma autónoma). Sólo los frutos con esta mínima madurez fisiológica alcanzarán las características organolépticas apropiadas tras la recolección. Aquellos que se recogen antes de alcanzar este punto no serán aptos para consumo. Resulta muy complicado identificar este punto exacto de maduración fisiológica, ya que la fruta está dura y no se puede determinar palpando. Para ello se practica una prueba para conocer el nivel de materia seca, concepto que se explica más adelante. Una señal inequívoca de que se acerca el punto de madurez es la aparición de puntitos amarillos en el fruto, lo que hace que claree y pierda brillo, volviéndose mate.

Desde que se alcanza la madurez fisiológica, la fruta puede aguantar en el árbol varios meses, antes de que se produzca la maduración de consumo. Este aspecto es clave a la hora de planificar una estrategia de venta y sacar al mercado el producto cuando mayor precio alcanza.

La campaña en el sur suele iniciarse a finales del mes de octubre con las variedades bacon y zutano. Posteriormente se incorpora fuerte, a finales de noviembre, y hass, en diciembre. Hay una clara diferencia entre las zonas costeras y las zona de interior. La diferencia en el ciclo fenológico entre ambas suele ser aproximadamente de un mes de retraso en las zonas más alejadas al mar. En el norte, según los estudios realizados hasta el momento,

¹ CLIMATÉRICO: Fruto que, por su metabolismo, sigue produciendo etileno para madurar aunque esté separado de la planta madre.

la recolección comienza, aproximadamente, entre uno y tres meses más tarde que en el sur. A finales de febrero podría iniciarse la recolección de hass. Las variedades bacon, fuerte y zutano no han podido ser estudiadas por la baja capacidad productiva en muchas zonas del norte. Lamb hass alcanza el punto de madurez fisiológica entorno al mes de mayo. No obstante, estos datos se irán ajustando con el tiempo. Se debe considerar que todo el ciclo fenológico está influenciado por la climatología de cada año, que determinará la fecha de floración, la velocidad de crecimiento y la maduración de la fruta. A mayor temperatura, mayor precocidad de maduración.

[illegible]

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HASS												
FUERTE												
PINKERTON												
REED												
BACON												
LAMB HASS												

Capítulo XV

Codex Alimentarius

15 - CODEX ALIMENTARIUS.

La normativa *Codex Alimentarius*, que regula la calidad de la fruta para la comercialización estableciendo unos estándares generales, determina para el aguacate las siguientes normas:

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría en concreto y las tolerancias permitidas, los aguacates deberán:

- Estar enteros.
- Estar sanos. Deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo.
- Estar limpios y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible.
- Prácticamente exentos de plagas y daños causados por ellas, que afecten al aspecto general del producto.
- Exentos de humedad externa anormal. Salvo la condensación consiguiente tras su salida de una cámara frigorífica.
- Estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños.
- Estar exentos de daños causados por bajas y/o altas temperaturas.
- Tener un pedúnculo de longitud no superior a 10 mm, cortado limpiamente. Sin embargo, su ausencia no se considera defecto, siempre y cuando el lugar de inserción del pedúnculo esté seco e intacto.

Los aguacates deberán haber alcanzado una fase de desarrollo fisiológico que asegure la finalización del proceso de maduración, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y la zona en que se producen. El fruto maduro no deberá tener sabor amargo. El desarrollo y condición de los aguacates deberán ser tales que les permitan soportar el transporte y la manipulación, y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

Requisitos de madurez

Los frutos deberán alcanzar un contenido mínimo de materia seca. Este requisito se aplica a lotes de frutos y no a frutos individuales, según variedad, medida por secado a peso constante:

- 21 % para la variedad Hass;
- 20 % para las variedades Fuerte, Pinkerton y Reed.

Calibres y categorías

Categorías

Los aguacates se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

Categoría “Extra”.

Los aguacates de esta categoría deberán ser de calidad superior. Tendrán que ser característicos de la variedad. No podrán tener defectos, salvo los superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Si presenta pedúnculo deberá estar intacto.

Categoría I.

Los aguacates de esta categoría deberán ser de buena calidad. Tendrán que ser característicos de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- Defectos leves de forma y coloración.

Sobre nosotros

María García

Especialista en cultivo del aguacate. Ha centrado su labor principalmente en las provincias de Málaga, Granada, Cádiz y Huelva. Sus campos de actividad abarcan, por un lado, el manejo agronómico de plantaciones, producción, marketing y comercio. Por otro lado, la formación de nuevos profesionales. Ejerce como formadora, desde 2008, en multitud de entidades tanto públicas como privadas. En los últimos cinco años, también desarrolla su labor en la zona Norte. Participa como coautora de este libro aportando su amplísima experiencia didáctica en el campo de la divulgación técnica.

Andrés Ibarra

Especializado en el cultivo del aguacate. Iniciado en el estudio de este árbol, y de su naturalización en la cornisa cantábrica, desde 2013. Es cofundador de Aguacastur en 2019, pioneros al realizar las primeras plantaciones en el Norte. Es autor del libro “*Manual de iniciación al cultivo ecológico del aguacate*” (junio de 2023), donde inicia su trayectoria de divulgación técnica, formación y fomento del cultivo del aguacate, principalmente, en las nuevas zonas productoras, aunque también desarrolla su labor en el Sur y en otros países como Francia e Italia.

*“Si esta fruta resulta tan rentable es, precisamente,
por la complejidad que entraña su cultivo”*

Este manual contiene las claves para entender la “personalidad” del aguacate. Ayudará a comprenderlo y hará más fácil su manejo.

Desde elegir bien el material vegetal y los marcos de plantación, hasta como realizar la preparación del suelo, pasando por un sin fin de detalles que pueden suponer el éxito o fracaso de una explotación de aguacates.

Este cultivo es delicado y a veces caprichoso. Tiene una gran capacidad de desarrollo y producción, pero solamente bajo unas condiciones muy concretas. Fuera de éstas el cultivo se vuelve muy complicado y poco productivo, poniendo en peligro la rentabilidad de una explotación. Cuando se trabaja con frutales, con ciclos largos, los errores de diseño a veces aparecen al cabo de ciertos años. En tales casos las soluciones son mucho más costosas y complejas, incluso imposibles de poner en práctica.

