



24  
2ej.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION  
AGRICOLA ACTUAL. DESCRIPCION DEL PROCESO  
PRODUCTIVO DEL AGUACATE  
(*Persea americana* Mill.)**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
ISMAEL LAGUNA PEREZ**

ASESOR: O. LAURA BERTHA REYES SANCHEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

260713



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:  
Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual.  
Descripción del Proceso Productivo del Aguacate (Persea  
americana, Mill.)

que presenta el pasante: Ismael Laquna Pérez,  
con número de cuenta: 7520009-1 para obtener el Título de:  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 09 de Marzo de 1998

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>Asesora</u>	<u>Q. Laura B. Reyes Sánchez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Cuarto</u>	<u>Ing. Guillermo Basante Barrón</u>	<u>[Firma]</u>
<u>-----</u>	<u>Ing. Felipe Solís Torres</u>	<u>[Firma]</u>

## Gracias a ti

Para las generaciones de  
Agrícolas eres pilar en  
Su formación profesional personal pues  
Cumpliste con la meta que  
Unifica a los que comprenden el  
Arte de aprender y transmitir  
Los conocimientos que nos da el mundo.

Por la dedicación que empleaste en  
Agrandar la semilla que traíamos de jóvenes,  
Cuando estaba en plena formación el  
Hombre en cada uno de nosotros,  
Estoy muy agradecido. Y te confieso  
Con entusiasmo que en  
Otro tiempo tus versos hicieron llorar mis ojos.

Sobre los veranos yertos de tu inspiración,  
Observaste la política, la alegría y la  
Tristeza de tu pueblo viendo en  
Ellos lo que tu buen juicio y amor a  
La tierra daba el valor de un hombre  
Obsequiándole unas gotas de miel para su sustento.

**Mahatma Iguachi Nighei      Invierno de 1997**

### **A mis padres y Abuelos**

Que su educación se dio  
completamente en el campo y  
me enseñaron a amarlo tanto como el los amo a ellos  
que regresaron a su tierra después de haber estado lejos  
para estar felices.

Gracias por el esfuerzo realizado al tener tantos hijos  
y darles el amor suficiente para hacerlos hombres y  
mujeres honorables.

### **A mi esposa e hijos**

Por tan solo ser el universo que mueve mi existencia,  
y tengan este libro, pues es suyo.

### **A mis maestros**

Gracias por la transmisión de conocimientos y por la  
Esperanza que tienen en que estos sean fructíferos.

**Gracias a todos.**

## Contenido

	Pagina
<b>1. – Objetivo</b>	1
<b>2. – Introducción</b>	1
<b>3. - Descripción de las Características del aguacate</b>	6
3.1. - Origen	6
3.2. - Descripción Botánica	9
3.3. - Grupos Ecológicos o Razas	11
3.4. – Variedades	14
3.5. - Sincronización Dicogamica	20
3.6. – Comportamiento floral	21
<b>4. - Requerimientos Edaficos</b>	22
4.1. - Para la Raza Mexicana	22
4.2. – Para la Raza Guatemalteca y Antillana	22
4.3. - Salinidad	23
4.4. - Contenido de Humedad	24
4.5. - Fertilidad	24
<b>5. - Requerimientos de Fertilización</b>	25
5.1. - Determinación de necesidades de fertilización	25
5.2. - Tipos de fertilizantes utilizados	26
5.3. - Formas de aplicación	27
5.4. - Economía y Ecología en la fertilización	29
<b>6. – Plagas</b>	31
<b>7. – Enfermedades</b>	37

<b>8. - Fenología de la Planta</b>	42
8.1. - Condiciones Climáticas	44
8.1.1. - Para el grupo ecológico mexicano	44
8.1.2. - Para el grupo ecológico guatemalteco	45
8.1.3. - Para el grupo ecológico antillano	45
8.1.4. - Híbridos	46
8.2. - Necesidades de acuerdo al cultivo	46
8.3. - Fase Vegetativa	52
8.4. - Floración	52
8.5. - Fructificación	53
8.6. - Maduración del fruto	54
<b>9. - Información Necesaria para la Implantación</b>	55
9.1. - Del suelo	55
9.2. - De aguas subterráneas	55
9.3. - Disponibilidad de riegos	55
9.4. - Información climática	55
<b>10. - Labores de Cultivo</b>	59
10.1. - Labores de cultivo en el vivero	59
10.2. - Labores de cultivo en plantación	61
<b>11. - Selección del Fruto</b>	72
11.1. - Almacenamiento y comercialización	73
11.2. - Tipos de almacenamiento	74
11.3. - Nota especial	76
<b>12. - Conceptos de Agricultura Sustentable</b>	78
12.1. - Contexto de sostenibilidad	78
12.2. - Algunas practicas para la conservación de los recursos	79
<b>13. - Conclusiones</b>	82

<b>14. - Bibliografía</b>	84
<b>15. - Anexos</b>	88
15.1. – Necesidades a cubrir en el proceso productivo del aguacate	89
15.2. – Normales Climatológicas de Chapingo, Texcoco, Mex.	91
15.3. – Normales Climatológicas de Guanajuato, Gto.	92
15.4. – Índice de Cuadros	93

## 1. - OBJETIVO

Conocer los factores que inciden en la producción del aguacate, para dar oportunidad a la detección de puntos críticos que se puedan eliminar en consecuencia de una producción mas alta y de mejor calidad.

Tener reunidos en una sola fuente de investigación los conocimientos de análisis y mejoramiento de procesos, y las practicas mas comunes que se llevan a cabo en el proceso productivo del aguacate para poder identificar las posibles deficiencias que se pudieran tener en campo.

## 2. - INTRODUCCIÓN

La importancia del aguacate en el mundo es creciente cada día, esto nos lleva a incorporar nuevos elementos de mejora en la producción, la cual se ve afectada por factores que inciden en el proceso de obtención de mejores productos y poderlos poner en el mercado a un precio justo tanto para productores como consumidores.

El conocimiento profundo de los procesos de producción da como resultado una mejora continua a ellos y generalmente conlleva a la simplificación del proceso desechando elementos inútiles que influyen encareciendo o retrasando los resultados.

Para conocer los elementos que tiene un proceso es necesario saber que se entiende y como es un proceso.

Un **Proceso** es una serie de pasos que se siguen para obtener un producto donde se tengan suministros que incrementen su valor, y esta influenciado por agentes no controlables ó externos y controlables ó internos

**Los procesos de negocios tienen las siguientes características:**

- 1) Son actividades relacionadas entre si, que toman una entrada para crear una salida
- 2) Son métodos particulares para hacer algo, generalmente a través de un número de etapas u operaciones

3) Representan el trabajo real de la empresa, sin que nadie se percate de ellos cómo tales.

4) La administración de los procesos debe ser el corazón de la operación de una organización. (Herrera, 1997)

Cada uno de los elementos que influyen en la producción del Aguacate se deben tener en cuenta, pues la incidencia que se tenga, la frecuencia con que intervenga y el tiempo fisiológico donde éste se presente dará cómo resultado el logro de la producción o su pérdida.

De acuerdo a las etapas del proceso productivo del aguacate podemos señalar los siguientes elementos:

#### 1. - Suelo

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| a) Tipo de suelo (densidad, estructura, textura) | b) Fertilidad del suelo |
| c) pH  | d) Pendiente            |
| e) Orientación                                   | f) Grado de Humedad     |

#### 2. - Clima

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| a) Altitud                   | b) Latitud             |
| c) Temperatura               | d) Vientos             |
| e) Evaporación               | f) Evapotranspiracion  |
| g) Frecuencia de Helada      | h) Horas luz           |
| i) Precipitación Atmosférica | j) Humedad Atmosférica |

#### 3. - Agua

- |                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| a) Localización de Manto Freático    | b) Disponibilidad de Riego |
| c) Distribución de la p.p. en el año |                            |

#### 4. - Planta

- |                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| a) Variedades         | b) Selección del material a plantar |
| c) Etapas Fenológicas | d) Características del Fruto        |
| e) Calidad del Fruto  | f) Maduración del Fruto             |

**5. - Plagas**

- a) Tipos de Plagas
- c) Grado del daño provocado
- e) Tiempo de Control

- b) Periodo de Incidencia
- d) Tipo de control a realizar

**6. - Enfermedades**

- a) Tipos de Enfermedades
- c) Grado del daño provocado
- e) Tiempo de Control

- b) Periodo de Incidencia
- d) Tipo de control a realizar

**7. - Fertilización**

- a) Tipos de Fertilización
- c) Epocas de fertilización

- b) Métodos de Aplicación
- d) Maquinaria a utilizar

**8. - Cosecha**

- a) Tiempo de Cosecha
- c) Transporte al almacén
- e) Venta en pie o Después del Corte

- b) Métodos de Corte
- d) Maquinaria a utilizar

**9. - Almacenamiento**

- a) Venta en pie o al corte
- c) Tipo de almacenamiento

- b) Tiempo de Almacenamiento

**10. - Transporte al Mercado**

- a) Propio o Rentado
- c) Disponibilidad en Tiempo
- e) Tipo de transporte

- b) Capacidad según la Producción
- d) Tiempo de traslado
- f) Empaques

### 11. – Comercialización

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| a) A quien se va a vender            | b) Cómo se va a vender                        |
| c) Cuando se va a vender             | d) Donde se va a vender                       |
| e) Tiempo del Producto en el mercado | f) Características del producto para la venta |
|                                      | g) Empaques                                   |

### 12. - Retroalimentación de la venta

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| a) Cual fue el comportamiento en la venta | b) Grado de satisfacción del Cliente |
| c) Que tipo de producto Prefieren         | d) Cantidad que se Vendió            |
| e) Cantidad que se desecho                |                                      |
| e.1.- Por manejo                          |                                      |
| e.2.- Por selección del cliente           |                                      |
| e.3.- Por que no se vendió                |                                      |

### 13. – Hombre

- |   |  |
|---|--|
| a) Proveedores en los anteriores puntos | b) Mano de obra especializada en el ciclo productivo |
| c) Disponibilidad en el tiempo          | d) Administradores del Ciclo                         |

**Pero ¿ Qué pasa si no tenemos cuidado en cada uno de estos puntos la incidencia de los siguientes elementos?**

- Proveedores de Fertilizantes
- Proveedores de Pesticidas
- Información
  - Estadística del Clima de la localidad
  - Del comportamiento de la planta
  - Del ciclo de vida de las plagas y enfermedades
  - De métodos de cosecha
  - Características de almacenamiento del fruto
  - Del comportamiento del mercado para prever posibles variaciones negativas o aprovechar las positivas
- Técnicas del mercadeo del producto
- Características regionales, nacionales, e internacionales de calidad del producto

- Proveedores que renten su transporte, ó si es propio, refacciones que se necesiten para su mantenimiento
- Distribuidores que vendan a buen precio el producto
- Compradores que lo adquieran en la región o a pie de huerta

Todo esto ésta controlado por agentes externos de los cuales no se tiene un control en su comportamiento, pero que sí se pueden prevenir para aminorar el efecto negativo y ampliar su efecto positivo en el producto final.

El proceso de cualquier producto es susceptible de influencias de todos los agentes internos y externos a el, por eso se deben tener en cuenta. Cualquier empresa tiene uno o varios procesos cuyo objetivo es tener una ganancia cómo producto de una inversión inicial y paulatina.

En una empresa agrícola no es muy diferente el comportamiento del Proceso, pues se deben contemplar en cada fase los elementos que influyen en ella, tener un control sobre la utilización de los insumos, personal que lo va a realizar y el tiempo adecuado en el cual se realizara la labor, con el fin de tener un máximo aprovechamiento de ellos.

Se debe tener en cuenta como en toda empresa, que el producto es el resultado de la influencia de los elementos sobre una materia prima y que cada uno de ellos incorpora a ésta un factor de mejoramiento orientado a la satisfacción de las necesidades de un cliente final. Pero dentro de cada etapa del proceso, los recursos humanos interactuan como clientes y/ó como proveedores de productos intermedios, teniendo un flujo de satisfactores de necesidades que mueven la economía de una región y de un país.

### 3. - DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUACATE

#### 3.1. - Origen

Es un árbol originario de América Central específicamente en la península de Yucatán México, pues se encuentra aquí el banco genético natural de su población.

Los españoles introdujeron el aguacate en las Antillas y los portugueses en Brasil, donde ya se cultivaba en el siglo XVII. No se sabe cuando fue llevado a Florida, también por los españoles, donde los cultivos en cantidad no empezaron hasta 1833; en California no se cultivó hasta 1871.

En el siglo XVIII, los mismos españoles, a través del Jardín Botánico de Orotava (Canarias), lo introdujeron en las Islas Canarias y de allí a España donde empezó a cultivarse en las zonas litorales del Mediterráneo de la provincia de Granada (Motril y Almuñécar); algún ejemplar aislado llegó a plantarse, como curiosidad, en todas las regiones mediterráneas, llegando hasta Barcelona.

Los franceses empezaron sus ensayos de cultivo del aguacate en el Jardín Botánico de Hamman (Argelia), donde se cultiva extensamente, pero también se puede encontrar algún ejemplar en el sur de Francia. En Centroamérica se encuentran las zonas de máximo cultivo (México, Guatemala, Antillas, Colombia, Venezuela, Perú) de donde se ha extendido a Argentina (Jujuy, Córdoba, Buenos Aires y Tucumán), a Chile y a Brasil.

Además de las zonas citadas, actualmente se cultiva en Tahití y en la Isla de Madera en Italia, en Sicilia y en Calabria. En 1930 empezó a ensayarse su cultivo en la U.R.S.S., a orillas del Mar Negro; más moderadamente, se han establecido numerosas plantaciones en Israel.

En la India y sureste de Asia también se ha intentado su cultivo, pero con poco éxito (Ibar, 1986).

El nombre del aguacate viene de la palabra nahuatl **ahuacatl** utilizada por los antiguos habitantes del altiplano mexicano para designar al fruto del **altuacaquatli** o árbol de aguacate (Solares, 1979).

Su utilización se dá principalmente:

- En el ámbito culinario (el fruto y la hoja)

- En el ámbito industrial en aceites, shampoos, mascarillas, cremas, concentrados de pulpa, etc.
- Como curativo natural, pues está considerado como vermífugo y estimulante sexual

El cultivo se dá a escala nacional

en el ciclo primavera de 1996 se obtuvo la siguiente producción en toneladas:

1995	1996	% variación en con respecto a 1995/1994 1996/1995	
790 097	837 787	-1.2	6.0

La superficie sembrada y cosechada en 1996 (Has.) :

Sembrada	Cosechada	Valor (Pesos)
91 815	89 932	\$ 1 765 203 912

De una superficie total de cultivos perennes (Has.):

Sembrada	Cosechada	Valor (Pesos)
4 532 915	4 227 215	\$ 43 280 359 039

Que da un porcentaje de participación de:

% de Sup. Sembrada	% de Sup. Cosechada	% del Valor (Pesos)
2.03	2.13	4.079

Fuente INEGI 1997

Cuadro 1. - Producción en el ámbito nacional (INEGI 1997)

SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS  
SELECCIONADOS SEGUN ENTIDAD FEDERATIVA EN 1991-96 DE AGUACATE

ENTIDAD FEDERATIVA	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	PRODUC- CION (T/Ha)	RENDI- MIENTO (T)	VALOR (PESOS)
Total Nacional	89 932	837 767	9.316	1 765 215 112
Aguascalientes	4	30	7.500	75 000
Baja California	19	168	8.842	473 852
Baja California Sur	233	1 120	4.807	1 684 480
Campeche	64	601	9.391	1 562 600
Coahuila	15	22	1.467	44 000
Colima	87	738	8.463	846 315
Chiapas	630	3 087	4.900	9 261 001
Chihuahua	0	0	0.000	0
Distrito Federal	0	0	0.000	0
Durango	279	1 941	6.957	3 963 000
Guanajuato	569	1 877	3.299	3 535 523
Guerrero	773	5967	7.719	17 944 717
Hidalgo	478	1 904	3.983	5 044 532
Jalisco	613	6 535	10.661	10 828 495
México	2 145	1182	7.264	31 191 040
Michoacán	73 140	705 848	9.651	1 509 282 432
Morelos	2 388	19 755	8.273	51 382 062
Nayarit	2 411	22 767	9.443	16 711 252
Nuevo León	741	4 138	5.584	9 707 003
Oaxaca	940	7 704	8.196	29 343 510
Puebla	2 292	12 589	5.493	25 866 741
Querétaro	109	520	4.771	780 000
Quintana Roo	10	88	8.800	176 000
San Luis Potosí	99	889	8.980	1 333 500
Sinaloa	494	6 399	12.953	11 354 864
Sonora	4	7	1.750	11 200
Tabasco	173	1 072	6.197	1 167 408
Tamaulipas	350	2 202	6.291	3 482 626
Tlaxcala	0	0	0.000	0
Veracruz	252	4 562	16.177	3 913 694
Yucatán	517	9 019	17.445	11 729 359
Zacatecas	73	656	5.986	1 518 902

### Descripción Taxonómica de acuerdo a Sánchez Sánchez 1978:

Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledoneae
Orden	: Ranales
Familia	: Lauraceae
Genero	: Persea
Especie	: gratissima, Gaernt. americana, Miller. drimifolia, Ness. schiedana, Britton. persea ,Britton. drimifolia,Britton.

Es un árbol cuyo crecimiento y desarrollo es variado, llegando en su hábitat natural a una altura de 10 hasta 12 metros en producción, este hábitat corresponde a características ecológicas de las especies subtropicales - tropicales.

El tallo es leñoso y se han encontrado árboles desde 15 cm hasta 1 metro de diámetro en estado de producción (Rodríguez, 1986).

### 3.2. - Descripción Botánica:

a) Las **raíces** son superficiales dependiendo de la variedad, suelo y otras condiciones de producción, la profundidad alcanzada puede ser de 1 a 1.5 m y en suelos profundos y sueltos son más profundas. La raíz se caracteriza por tener muy pocos pelos radicales por lo que la absorción de agua y nutrimentos se realiza principalmente en las puntas a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a las asfixias y ataques de hongos que pudren los tejidos (Rodríguez, 1986). La extensión de los haces radiculares no es demasiado grande longitudinalmente pero algunas ramificaciones alcanzan una distancia igual a la zona de goteo. Es leñosa y frágil (Solares, 1979).

b) Es una especie de **tallo** aéreo (o epígeo) con características leñosas y follaje siempre verde, su raíz es bastante superficial y gruesa.

c) Sus **hojas** son simples y enteras. De forma elíptica, alargada y nervadura pinnada (de pluma). La inserción en el tallo es peciolada. Cuando es joven presenta un color rojizo (debido al alto contenido de pigmentos en las vacuolas) y una epidermis

pubescente; al llegar a la madurez estas hojas se tornan lisas, coriáceas y de un verde oscuro intenso.

La hoja adulta tiene una dimensión aproximada de 15 cm de largo por 6 cm de ancho.

El árbol está totalmente cubierto de hojas y una vez cumplido su ciclo éstas caen siempre y cuando ya se hayan renovado en las ramas. En algunas variedades antes de la floración existe una defoliación de corto tiempo, lo que significa que dichos árboles están vegetando fuera de su hábitat, es decir que no es una variedad apropiada para la zona en cuestión. (Rodríguez, 1986; Solares, 1979)

d) El aguacate es sensible a las quemaduras provocadas por el sol y su susceptibilidad es variable según las variedades. Las **ramas** son abundantes, generalmente son delgadas y frágiles, por lo que se pueden romper al cargar muchos frutos y por la acción del viento. Las heladas también dañan los tejidos, por lo que se recomienda la protección de las plántulas con paja o papel en los primeros años de implantación del huerto (Rodríguez, 1986). Las ramas al igual que el tronco son gruesas y de aspecto sólido, pero bajo la corteza rugosa se encuentra una madera constituida por un tejido esponjoso, rojizo y de escasa consistencia; además las ramas por su parte media a pesar de su grosor y de su inserción oblicua tienden a encorvarse hacia el suelo (Solares, 1979).

e) Las **Flores** son hermafroditas actinomorfas (simétricas), de color verde amarillento y con un diámetro aproximado de 1 cm. La inflorescencia es una panícula que puede ser axilar o terminal. Se estiman unas 200 flores por panícula. Consta de un perigonio con dos verticilos trímeros.

El androceo está compuesto por 12 estambres insertos por debajo del ovario o alrededor del mismo. De estos estambres solo 9 son funcionales.

El gineceo posee un solo pistilo, un ovario súpero (por encima del pedúnculo), es unilocular y con un solo óvulo (Rodríguez, 1986; Solares, 1979).

f) El **Fruto** es una drupa que posee el pericarpio delgado o grueso, generalmente quebradizo, un mesocarpio carnoso, con un porcentaje de grasa que varía del 5 al 50 % y el hueso que conforma la protección seminal.

En su base presenta el perigonio acreciente. Su forma es variada, pudiendo ser piriforme, esférica u ovalada. El color también varía: verde, violáceo o rojizo. El

peso del fruto es diferente de acuerdo al grupo ecológico y variedad oscilando de 50 gr a 2.5 kg. (Rodríguez, 1986; Solares, 1979).

La drupa del aguacate consta de un solo carpelo; bajo la cáscara se encuentra una pulpa consistente de aspecto grasoso y licuescente, casi inodora y de agradable sabor. El color es amarillo verdoso en el interior y verde oscuro en la parte más cercana a la cascara.

En el centro del fruto se encierra la semilla, única en todos los frutos, y formada por dos cotiledones unidos longitudinal y simétricamente los cuales están envueltos por dos delgadas membranas que se le unen plenamente cuando el fruto está maduro. En la producción del aguacate se suelen encontrar frutos partenocárpicos, esto es frutos que se desarrollan sin que se haya completado la unión de los gametos o después de la muerte del embrión, lo cual puede no desarrollar bien el tamaño y la forma (solares, 1979).

g) La **Semilla** es monoembrionica, aunque por la división de los cotiledones pueden obtenerse varias plántulas; esta semilla tiene forma de núcleo globuloso de color crema amarillento, protegida por una cubierta de membranas que se desprende con facilidad; es inversa y consta de dos cotiledones carnosos y grasosos contiene; sustancias que al contacto con el aire se oxidan y puede presentar un color de rojizo a negro (Solares, 1979).

### 3.3. - Grupos Ecológicos o Razas

De acuerdo a las características distintivas como la época de floración, de recolección, el periodo de floración - recolección, el peso, el tipo de corteza de la fruta, el contenido de aceite de la pulpa y la resistencia al frío se clasificaron en tres razas o grupos ecológicos y los híbridos resultantes de ellas.

**3.3.1. - Raza Mexicana:** Está conformada por la *Persea Americana*, variedad *drimifolia*; es originaria de los valles de México, de regiones con alturas de 1,500 a 2,000 m.s.n.m. los árboles son altos de corteza delgada, con numerosas ramas delgadas y gran cantidad de lenticelas, tienen una tendencia a producir ramificaciones (chupones) desde la corona a la raíz. Presentan incompatibilidad para injertarse en patrones antillanos.

En climas muy cálidos se dificulta la maduración del fruto y se induce el aumento de enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum* o *Gloeosporium*)

**3.3.2. - Raza Antillana:** conocida también como raza 'Yucateca' pues se encontró que es originaria de esa región; se sitúa ecológicamente en lugares bajos (menos de 500 m.s.n.m.) cálidos y de una alta humedad relativa, los árboles son menos vigorosos que los de la raza Mexicana, es susceptible a las quemaduras de sol y a la *Cercóspora*, aunque resistente a la antracnosis y se diferencia de la raza Mexicana porque no produce chupones.

**3.3.3. - Raza Guatemalteca:** originario de Guatemala, de regiones con alturas de 500 a 1,000 m.s.n.m. El árbol es de gran tamaño. No produce chupones sino ocasionalmente y los brotes son de color violáceo. Generalmente es poco recomendada para su uso como patrón, siendo un árbol que posee marcadas tendencias a la alternancia por su gran producción de frutos.

**3.3.4. - Híbridos:** se obtienen de la selección de cruzas entre las variedades de las Razas anteriores y poseen características especiales. Los híbridos Guatemaltecos - Mexicanos se han desarrollado principalmente en California, México, Israel, y Sudáfrica.

Las variedades típicamente Antillanas y los Híbridos Antillano - Guatemaltecos se han extendido principalmente en América Central, Florida, y Hawai

Ver cuadro complementario de características de los Grupos ecológicos o Razas (Cuadro 2)

**Cuadro 2.****Características de las Razas de aguacate (Fuente Rodríguez 1982)**

	<b>Mexicana</b>	<b>Antillana</b>	<b>Guatemalteca</b>
<b>Fruto</b>			
Corteza	Delgada y lisa	Coriacea y lisa	Gruesa y dura
% de aceite	Mediano - alto (27%)	Bajo (10%)	Med - alto (20%)
Peso	Menor de 250 g	Entre 250 g y 2.5 kg	Entre 100/2500 gr
<b>Hojas</b>			
	Olor a anís	Inodora	Inodora
	8 a 10cm de largo	20 cm de largo	15/18 cm. largo
<b>Epoca de floración</b>	Temprana	Temprana Media	Tardía
<b>Periodo entre floración y recolección (promedio)</b>	7 meses (entre 6 y 8)	7 meses (entre 5 y 8, mayor variación)	12 meses (entre 10y 15)
<b>Tolerancia al frío en buenas condiciones (promedio)</b>			
Plantas jóvenes	-3.5° C (entre -4 y -8°C)	-1.5 <sup>0</sup> C (entre -2 y -1°C)	-3 ° C (-4 y -2 °)
Plantas viejas	-5.5°C (entre -7 y -4 <sup>0</sup> C)	-2.5 <sup>0</sup> C (entre -4 y -1 <sup>0</sup> C)	-4 ° (-5 y -3 °)
<b>Condiciones del suelo (calcio y salinidad)</b>	Sensible a suelos calcáreos y salinidad. pH óptimo de 5.5 a	Resistente al calcio y salinidad (hasta 350 ppm de cloruros)	intermedia
<b>Vida del fruto</b>			
Postcosecha	8 a 10 días	4 a 5 días	Hasta 5 meses

Cuadro 3. - VARIETADES DEL AGUACATE

Variedad	Origen	Peso (Gr)	Grupo Polinizador	% Grasa	Maduración	Cruza
Raza Mexicana						
Atlixco	Atlixco México	450-700 gr	A	25 %	Atlixco: Diciembre California: Abril/Junio Florida : Noviembre/Enero	
Bacon	California Islas Canarias Motril España	200-300 gr			California : Nov./Marzo España : Diciembre	
Benedict		80-200 gr		15 %		
Duke	California	250-350 gr	B	21 %	California : Octubre/Noviembre	
Mexicano	Querétaro México		B			
Perfecto	Atlixco México	600-800 gr	A	13 %	Atlixco : Enero California : Enero/Abril Florida : Octubre/Noviembre	
Puebla	Atlixco México	220-280 gr	A	20 %	California : Noviembre/Marzo Florida : Septiembre/Noviembre Argentina : Junio/Agosto	
San Sebastián	Querétaro México	350-450 gr	B	20 %	Querétaro : Marzo California : Octubre/Diciembre Florida : Junio/Agosto	
Topa-Topa	Nordhoff California	170-280 gr		15 %	Nordhoff : Septiembre/Diciembre	
Zutano		200-400 gr			California : Octubre/Marzo	

							Sur España : Diciembre	
<b>Raza</b>								
<b>Guatemalteca</b>								
Anaheim	California	500-700 gr	A	10/15 %			Anaheim : Abril/Octubre Motril (Granada) : Abril/Mayo México: Abril/octubre Israel : Febrero/abril	
Anana		450-700 gr		15/18 %			Argentina : Diciembre/Marzo	
Benik	Antigua	500-600 gr	A	20 %			Antigua : Febrero/Mayo California : Mayo/Agosto Israel : Febrero	
Colla	Guatemala	200-350 gr	B				Florida : Febrero/Marzo	
Collins	Guatemala	200-350 gr	B				Florida : Febrero/Abril	
Dickinson	California	200-400 gr	A	10 %			California : Diciembre/Febrero California : Abril/Octubre Florida : febrero Abril Argentina : Abril/Noviembre	
Hass	Guatemala	150-400 gr					California : Abril/Octubre Canarias : Febrero/Abril España (sur) : Mayo/Junio Israel : Marzo/Abril	
Ishral	Guatemala	200 gr						
Izamna	Guatemala	400-450 gr					Guatemala : Septiembre (fines) Florida : Fines de invierno/ Principios de primavera	
Lamat	Guatemala	400-550 gr	B	15 %			Guatemala : Noviembre/Marzo California : Mayo/Agosto	
Linda	Guatemala	900-1000 gr	B	12 %			California : Mayo/Noviembre	

Lyon	Lamao		B			Florida : Febrero/Marzo
Mac Arthur	California	280-400 gr		12/16 %		Lamao : Julio/Agosto California y Canarias : Julio/Octubre Motril (Granada) : Mayo/Julio
Mayapan	Guatemala	400-550 gr	A	18 %		Guatemala : Marzo/Julio California : Mayo/Septiembre Argentina : Noviembre/Febrero
Nabal	Antigua	350-500 gr	B	12-15 %		Antigua : Febrero/Mayo California : Mayo/Junio Argentina : Diciembre/Marzo
Orotava	Tenerife	300-450 gr				Canarias : Enero/Marzo
Queen	Guatemala	400-650 gr	B	15 %		Argentina : Noviembre/Abril Israel : Marzo/abril
Rincón	Guatemala	150-300 gr				California : abril/Junio Canarias : Enero/Febrero España (sur) : Enero Argentina :
Sharpless	Guatemala					
Sinaloa	Atlixco	700-900 gr	A	15 %		Noviembre/Diciembre Atlixco : Diciembre Sur de California : Abril/Mayo
Solano	Guatemala	450-700 gr	A	10 %		California : Abril/Junio Florida : Octubre/Noviembre
Suprise	California	450-600 gr	B	10 %		California : Febrero/Mayo
Taft	California	400-600 gr	A	15 %		California : Junio/Diciembre Florida : Febrero/Marzo

								Argentina : Noviembre/Mayo Israel : Enero/Abril	
Taylor	Guatemala	350-500 gr	A					Miami : 15 de enero/15 de marzo	
Wagner	Guatemala	200-350 gr	A	15 %				California : Septiembre/Octubre	
<b>Raza Antillana</b>									
Baker	Florida		A					Florida : Noviembre/Enero	
Balwin	Miami							Miami : Agosto/Septiembre	
Butler	Miami	400 gr	A					Miami : Agosto/Septiembre	
Fuchsia	Florida	250 gr						Florida : Junio/Julio	
Mac Cann	Florida		A					Florida : Otoño	
Pollock	Florida	900-1300 gr	B	5 %				Florida : Junio/Septiembre Canarias : Julio/Agosto Argentina :Noviembre/Diciembre	
Simmons	Florida	700 gr	A					Florida : Agosto/Septiembre Canarias : Septiembre/Octubre	
Thompson	California	500-650 gr						Perú : Agosto/Septiembre	
Trapp	Florida	450-650 gr	B					Florida : Septiembre/Diciembre Argentina : Enero/Abril	
Villacampa	Perú	500-800 gr	A					Perú : Abril/Mayo	
Waldin	Florida	500-800 gr						Florida : Octubre/Diciembre	
<b>Raza Híbridos</b>									
Collinred	Florida	500-600 gr	A					Florece en Perú de octubre a noviembre	Guatemalteco Antillano
Collinson	Florida	450-500 gr	A					Florida : Enero/Marzo	Guatemalteco

Choquette	Florida	800-900 gr	A		California : Diciembre/Febrero	Antillano
Dorothea	California	220-350 gr	B	15 %	Canarias : Noviembre/Diciembre Perú : Septiembre/Octubre California : Diciembre/Enero	Guatemalteco Mexicano Mexicano
Etinger	Chile	250 gr		15-20 %	Israel : Septiembre	
Flora	Perú	300-400 gr			Perú : Septiembre/Octubre	
Fuerte	Atlixco	250-450 gr		20-25 %	California : Sept./Nov. Florida : Enero/Marzo Hawaii : Enero/Marzo Sur España : 15 Ene/28 Feb Canarias : Noviembre/Febrero Barcelona : Febrero/Mayo Israel : Octubre/Marzo	Guatemalteco Mexicano
Galo	Puerto Rico	350-700 gr	B	15-20 %		Guatemalteco Antillano
Gema	Canarias	400-500 gr			Canarias : Diciembre/Enero	Antillano Guatemalteco
Hall	Florida	700-800 gr				Guatemalteco Antillano
La Molina	Perú	300-400 gr				
Lula	Miami	400-600 gr	A		España : Principios de Invierno Israel : Febrero/Marzo	Guatemalteco Mexicano
Monterrico	Perú	300-400 gr			Perú : Agosto/Septiembre	
Pinelli	Florida		A		Florida : Diciembre/Enero	Guatem/Antillan o
Raza						



### 3.5. - Sincronización dicogámica del aguacate.

Se ha observado que las variedades del aguacate tienen diferencias en floración, principalmente en la apertura de las flores y la maduración de sus órganos florales, teniendo diferencias en maduración dentro de la misma flor, pues aunque es hermafrodita y tiene una discontinuidad dicogámica que provoca pérdida en la capacidad de autofecundación, por lo cual se tiene una fecundación óptima a través del polen de otra flor que posee un sistema dicogámico inverso.

Presentan sincronía diurna protogínica dicogámica es decir que existe dicogamia puesto que las partes femeninas y masculinas de una misma flor maduran en momentos diferentes. Hay sincronía ya que todas las flores abiertas de un árbol funcionan como masculinas en un periodo y como femeninas en otro. La sincronía es diurna pues la apertura es durante el día; hay protoginia porque en cada árbol la apertura de la flor como femenina es anterior a la apertura como masculina.

Este comportamiento floral sólo se produce de forma regular bajo condiciones de clima cálido, particularmente cuando ocurren temperaturas diurnas/nocturnas de 25 y 15 °C respectivamente (Berg, 1969 citado por Galan, 1990)

El Ciclo floral se vuelve sincrónico de acuerdo a la temperatura de la siguiente manera (Lesley and Bringhurst, 1951 citado por Galan, 1990)

Grupo A: a Temperaturas mínimas  $> 0 = a 6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y máximas  $< 0 = a 19^{\circ}\text{C}$

Grupo B: a Temperaturas mínimas  $> 0 = a 10.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y máximas  $< 0 = a 20^{\circ}\text{C}$

Trabajos en Australia (Sedgley, 1987; Whiley and Winston, 1987) han puesto de manifiesto que las plantaciones del grupo A responden mejor a las condiciones de bajas temperaturas en floración que los grupos B, salvo la variedad Bacon (grupo B) que también se comporta adecuadamente en esta situación.

La polinización en esta especie es efectuada por insectos de tamaño similar a las abejas, pues las abejas tienden a no libar mucho en él.

Por lo anterior se requiere tener dentro de la plantación árboles polinizadores que ayuden a que la mayoría de las flores de la variedad seleccionada se fecunden.

### 3.6. - Comportamiento Floral del Aguacate:

Tipo floral	Día 1		Día 2	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
A	M	Cerrada	Cerrada	F
B	Cerrada	F	M	Cerrada

Flor en fase femenina(F): Los nueve estambres están bien separados y el estigma blanco y receptivo queda totalmente libre.

Flor en fase masculina (M): Tres estambres rodean el estigma, que es ahora color marrón.

#### 4. - REQUERIMIENTOS EDAFICOS

Ante todo se debe tomar en cuenta lo que dice Martín Solares en su libro sobre el aguacate: " JAMAS SE PROCEDERA CONTRA LA NATURALEZA, es un principio de la agricultura que el fruticultor debe tener presente en todo tiempo" (Solares, 1979)

Y actualmente esto no debe ser olvidado por un buen agricultor, conciente de que el medio donde se va a establecer cualquier cultivo es y será el principal objetivo de conservación, pues de este lugar se estarán tomando elementos nutritivos que van a manifestarse en una buena o mala producción.

El flujo de nutrientes y energía que se tenga en este medio, dará como resultado la conservación o la destrucción del hábitat de las especies que de ahí se alimenten. Y recordemos que el hombre también es una especie y que habita en ese mismo lugar. Por esto se investigarán intensivamente las condiciones que se tengan en la zona donde se va a establecer la plantación las siguientes características.

##### 4.1. - Para la Raza Mexicana:

Topografía	: Ligeramente accidentada.
Profundidad	: Mínima absoluta 80 cm.; Mínima aceptable 1.20 m; la capa freática no debe formar reservorios acuosos.
Textura	: Francos o arcillo - arenosos
Estructura	: Ligera
Drenaje Vert.	: Bueno
Drenaje Hor.	: Rápido y sin humedad estática
pH	: Ligeramente alcalino (7 a 7.5)
Nutrientes	: Suelos húmicos ricos en ácido fosfórico y potasio
Salinidad	: Muy escasa

##### 4.2. - Para la Raza Guatemalteca y Antillana:

Topografía	: Plana Ligeramente inclinada.
Profundidad	: Mínima absoluta 1m; Mínima aceptable 1.30 m
Textura	: Francos o arcillo - arenosos
Estructura	: Ligera
Drenaje Vert.	: Bueno

Drenaje Hor.	: Muy Rápido
pH	: Ligeramente ácida o neutra (6 a 7)
Nutrientes	: Suelos húmicos
Salinidad	: Muy escasa

Parte de estas condiciones se pueden estimar sobre el terreno y las determinaciones químicas de nutrientes, pH y salinidad se debe tener mediante un análisis de suelos en el laboratorio.

En general el aguacate se adapta a una amplia gama de suelos, desde casi totalmente arenosos (con posibles problemas de desecación si no se tiene humedad suficiente) hasta arcillosos (si estos tienen un excelente drenaje o se pueden mejorar con humus), deben poseer un buen drenaje interno que es de vital importancia por el tipo de raíces que tiene el aguacate. A este respecto, es aconsejable disponer de al menos 0.80 a 1 m de suelo de buena estructura sobre un subsuelo poroso para garantizar una larga vida del árbol. con un pH de 5.5 a 6.5 y tener en cuenta que se originan deficiencias fundamentales de hierro y cinc, en los suelos de reacción alcalina.

Se recomienda realizar muestreos mediante la ubicación de pozos de exploración de acuerdo a la forma del terreno donde se va a plantar.

#### **4.3. - Salinidad.**

Las principales sales solubles del suelo son los sulfatos, cloruros, carbonatos, bicarbonatos y nitratos. Cuando se aumenta la concentración de esta solución por encima del límite óptimo, comienzan los efectos salinos (físicos y químicos) . Una forma de medir la salinidad de la solución es a partir de la conductividad eléctrica de un estrato a 25°C, que se expresa en mmhos/cm a 25°C.

Los suelos por debajo de 4 mmhos/cm se consideran normales. El aguacate es un cultivo muy sensible a la salinidad, se desarrolla normalmente con concentraciones menores a 3 mmhos/cm, pasando este nivel comienzan los efectos tóxicos de los cloruros de sodio y magnesio (ClNa y Cl<sub>2</sub>Mg), produciendo quemaduras en las puntas y bordes de las hojas y defoliaciones intensas.

En suelos óptimos:

Menos de 3 mmhos/cm de salinidad

Un contenido de sodio menor de 5 SAR (relación de sodio respecto al calcio y magnesio) y de 6 ESP (porcentaje de sodio intercambiable)

En caso de acumulación de sales se deben aplicar fuertes riegos para un adecuado lavado de ellas; utilizar portainjertos resistentes a la salinidad (la raza antillana es la más resistente); no se deben utilizar abonos a base de cloruros, cómo el cloruro de potasio.

El agua de riego debe tener una concentración de cloruros inferior a 0.2 gramos por litro de agua; el riego por goteo posibilita el uso de aguas relativamente salinas

#### **4.4. - Contenido de humedad.**

El aguacate es muy sensible al exceso de humedad en el suelo debido a que como ya se había mencionado su sistema radicular posee pocos pelos absorbentes y realiza la absorción de agua y nutrientes principalmente por las puntas de las ramificaciones radiculares. Por ello el exceso de agua provoca una rápida asfixia radicular y favorece la aparición de hongos como la *Phytophthora cinnamomi*. Los suelos arcillosos no son convenientes para este tipo de cultivo por su deficiente drenaje y los arenosos necesitan de un intenso programa de riego y fertilización pues tienen muy bajo nivel de fertilidad actual y potencial.

#### **4.5. - Fertilidad de los suelos.**

Los suelos donde se va a cultivar el aguacate deben ser ricos en Acido Fosfórico, en Nitrógeno, Potasio y Magnesio los cuales determinan el desarrollo vegetativo y la calidad del fruto , preferentemente deben tener una reacción de ligeramente ácida a ligeramente alcalina para prevenir la eliminación del hierro y cinc. Los suelos donde se plante el aguacate deben estar provistos de elementos de rápida disposición y solubilidad, pudiéndose complementar adecuadamente con nutrientes foliares.

Solares, 1979; opina que la alternancia del aguacate se debe principalmente al agotamiento de nutrientes, principalmente del fósforo.

## 5. - REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

### 5.1. - Determinación de Necesidades de Fertilización

Se dá el nombre de nutrimentos vegetales a todos los principios químicos que intervienen en la formación de las células y de los tejidos, esto es a todos los elementos simples que la planta absorbe, asimila y transforma en materia orgánica .

La forma más racional para determinar las necesidades de nutrimentos para la planta es realizando un análisis foliar, por medio de una comparación con los niveles óptimos de los nutrimentos en las hojas, conjugado con un análisis de suelo en 1965 Goodall et. al (1965). Establecieron los niveles críticos de nutrimentos en hojas de aguacate.

Cuadro 4. - Niveles críticos de nutrimentos en hoja de aguacate dos meses antes de la floración (Goodall et al, 1965)

Elemento	Rango		
	Deficiente	Adecuado	Excesivo
Nitrógeno	1,60%	1,60-2,00 % (*)	2.0 %
Fósforo	0,05 %	0,08-0,25 %	0,3 %
Potasio	0,35 %	0,75-2,00 %	3,0 %
Calcio	0,50 %	1,00-3,00 %	4,0 %
Magnesio	0,15 %	0,25-0,80 %	1,0 %
Sulfuro	0,05 %	0,20-0,60 %	1,0%
Boro	10-20 ppm	50-100ppm	100-250 ppm
Hierro	20-40 ppm	50-200 ppm	_____
Manganeso	10-15 ppm	30-500 ppm	1.000 ppm
Zinc	10-20 ppm	30-150 ppm	300 ppm
	2 -3 ppm	5- 15ppm	25 ppm

(\*) El cultivar Hass es más exigente que los restantes y debe tener 2,0 % en hojas (Embleton et al. 1968) Citados por Galan 1990

## 5.2. - Tipos de Fertilizantes utilizados.

Cómo norma general, todo suelo donde se cultive aguacate, debe ser abonado con abundante materia orgánica por lo menos en dos ocasiones al año.

La fertilización del portainjerto antes y después del injertado debe ser desde los seis meses de edad, y hasta el momento de ser trasplantado a la huerta fertilizándolo cada dos meses con la suficiente cantidad de nitrógeno.

A los árbolitos en etapa de crecimiento no se les debe agregar potasio, pues es suficiente con el que se le agrega como materia orgánica, pero sí debe darse a las plantas antes de que inicie su producción, pues este es necesario para la floración y la fructificación.

Para esto se debe tomar en cuenta el contenido de N-P-K de los abonos orgánicos (Cuadro 5)

Abono orgánico	% de Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Estiércol de ganado Bovino	0.80	0.44	1.37
Estiércol de ganado Bovino en corral	1.70	0.59	2.31
Estiércol de aves enjauladas	4.17	3.15	1.58
Estiércol de conejo	2.25	1.35	0.83
Estiércol de cerdo	2.23	2.09	1.01
Estiércol de ganado Ovino	1.39	0.96	2.09
Heno de Alfalfa	2.46	0.60	2.09
Paja de Alfalfa	1.30	0.30	1.80
Paja de Frijol	1.00	0.25	1.90
Paja de Trigo	0.60	0.33	1.38

(Calderón, 1993)

La provisión de Nitrógeno debe darse en dos ocasiones, no todo a la vez, el ácido fosfórico y el potasio deben suministrarse en una sola aplicación y junto con la mitad del Nitrógeno total.

De acuerdo con Galán, 1990 se recomiendan las siguientes cantidades de fertilizante.

Abonados estándar de aguacates (g/árbol) en varios países (Cuadro 6)

**California**

Edad del árbol (años)	N	
1	30	Aplicación por partes iguales en 4 veces (2 comienzos del invierno, espaciadas un mes, y otras 2 igualmente espaciadas a comienzos de verano) o bien repartidas de forma uniforme en el agua de riego.
2	60	
3-4	120	
5-7	240	
8-9	350	
10-14	500	
> 15	700	

**Sudáfrica**

Edad del árbol (años)	Nitrato amónico	N Superfósforo de cal	P Cloruro potásico	K
2		150	200	50
3		250	250	150
4-5		300	300	250
6-7		500	350	350
8-9		600	400	550
10-12		750	550	700
> 12		1.000	750	1.000

Nota; La aplicación de nitrógeno y potasio se realiza en tres partes iguales (comienzo invierno, comienzo verano y comienzo otoño), y la del fósforo, a comienzos de verano.

### 5.3. - Formas de Aplicación

Las principales carencias en suelos alcalinos son de hierro y cinc y por ello se recomienda usar para estos, quelatos de hierro (Fe EDDHA) en dosis variables entre 50 y 400 g/árbol y Sulfato de cinc de manera foliar 1.5 - 2.5 kg. en 400 litros de agua con humectante e hidróxido de cal cómo neutralizante aplicadas dos veces al año cuando el follaje esta maduro y el árbol bien cubierto.

Solares (op. cit.) recomienda lo siguiente:

La formula 5-10-5 distribuida en

Primer año en la huerta	525 gramos
Segundo año en la huerta	810 gramos
Tercer año en la huerta	1,100 gramos

Posteriormente la fertilización se hace en dos o más aplicaciones

Edad del árbol (años)	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa	
5	450	500	550	en gramos
6	475	600	700	
7	500	675	900	
>	1000	1200	1400	

El empleo del nitrógeno bloquea la asimilación del potasio, por lo tanto se recomienda que se haga en dos partes, pues el árbol sufre una depresión general por el incremento de la presión osmótica en las raíces.

La gallinaza se emplea de 60 a 120 kg/árbol en Uruapan, Mich. Que es una de las principales regiones productoras de aguacate con buenos resultados. También se utilizan las siguientes formulaciones 18-46-00, 25-20-15, 17-17-17, 30-25-20, en dosis de 4 hasta 18 kg/árbol

Se probó una fórmula de 200-00-120 en esta misma localidad, aplicando la totalidad del potasio y la tercera parte del nitrógeno en el mes de mayo y el restante en los meses de agosto y noviembre con una tercera parte del nitrógeno en cada una con buenos resultados.

El fruto del aguacate requiere para su formación altas cantidades de fósforo y potasio

y por eso si no se le suministra suficiente cantidad, este es alimentado con las reservas que la planta tiene para la formación de nuevas ramas y hojas, esto ocasiona que existan deficiencias nutrimentales para la formación de yemas vegetativas y florales y probablemente la alternancia o vecería que presenta el cultivo.

#### **5.4. - Economía y ecología en la fertilización.**

No todos los nutrimentos incorporados al suelo son utilizados por la planta. Por el contrario, solo una fracción relativamente reducida es incorporada y exportada por la misma. En el caso del nitrógeno puede haber pérdidas que alcanzan en ocasiones, proporciones del 50% e incluso superiores. Estas pérdidas se deben a fenómenos de volatilización de amoníaco, a procesos de desnitrificación, a la fijación laminar del ion amonio por las arcillas y a la lixiviación del ion nitrato. El fósforo, por su parte, experimenta reacciones con los componentes del suelo, produciéndose su fijación e inmovilización, hasta el punto que durante el primer año de su aplicación solo se utiliza un 30% del fósforo incorporado. Esto supone que el fósforo disponible no se corresponde con el incorporado en el fertilizante. Por último, las pérdidas de potasio pueden ser de una cuantía muy variable y tienen su causa fundamental en la fijación interlaminar en las arcillas.

Generalmente lo que se ha estado realizando para compensar estas pérdidas es agregar mayor cantidad de la necesaria, perjudicando de esta manera el suelo y los mantos freáticos sin proporcionar mayor producción a las plantas. Lo que finalmente altera el ecosistema al ser utilizada mayor energía de la necesaria; produciendo desequilibrio del sistema y su contaminación.

La desnitrificación produce  $N_2O$  que es una sustancia peligrosa ya que contribuye a consumir el ozono atmosférico, promoviendo la entrada de rayos ultravioleta a la superficie terrestre.

El sistema de fertilización más cercano a lo ideal consiste en realizar aplicaciones desdobladas y secuenciales de diferentes tipos de fertilizantes de liberación lenta (control release); o transferencia lenta, moderada y gradual de un material activo desde un sustrato de reserva a otro medio con el fin de conseguir sobre el mismo una acción determinada. Con ello se consigue aumentar la eficacia del material activo prolongando su acción en el tiempo, se reduce su impacto sobre aquellos otros medios a los que no va especialmente dirigido, se simplifica su dosificación, se evitan pérdidas por degradación, volatilización, lixiviación etc. y se disminuyen las exigencias o requerimientos de la especie.

La liberación controlada ofrece además, la ventaja de que no se refiere en exclusiva a una sesión lenta de sustancia, sino que puede ser rápida, pero siempre regulada en el tiempo.

Para esto se tienen:

Cuadro 7.

1. - Productos recubiertos
  2. - Productos de baja solubilidad
  3. - Productos naturales
1. - Productos recubiertos
    - 1.1. - Urea recubierta de azufre
    - 1.2. - Fertilizantes recubiertos con polímeros
      - 1.2.1. - OSMOCOTE
      - 1.2.2. - MULTICOTE
    - 1.3. - Fertilizantes recubiertos con corcho
    - 1.4. - Fertilizantes recubiertos con colofonia.(resina de pino)
  2. - Productos de baja solubilidad
    - 2.1. - Urea-form
    - 2.2. - Isobutilidendiurea (IBDU)
    - 2.3. - Crotonilidendiurea (CDU)
    - 2.4. - Fosfato amónico magnesico
  3. - Productos naturales
    - 3.1. - Fosfatos naturales
    - 3.2. - Borosilacatos
    - 3.3. - Escorias de horno alto ( macro y oligoelementos)
    - 3.4. - Estiércoles
    - 3.5. - Abonos verdes
    - 3.6. - Residuos de cosecha
    - 3.7. - Turbas
    - 3.8. - Compostas

(Fuente Jiménez, 1992)

Para cada uno de estos fertilizantes se tienen características de aplicación, por lo que se presentan como una opción probada para los agricultores que estén consientes del posible daño ecológico que se puede prevenir con su aplicación.

## 6. - PLAGAS

Las plagas que atacan al aguacate son variadas, muchas veces similares a las que atacan los cultivos de plátano y cítricos, es decir que cuando hay asociaciones de aguacate con plátano, o con cítricos, las plagas de uno pueden atacar a los otros; es por ello común en estos cultivos tropicales y subtropicales, la infestación de coccidos (cochinillas), áfidos (pulgones), y trips que atacan fundamentalmente a las hojas, flores y frutos.

La sanidad del cultivo del aguacate es un renglón muy importante que debe controlarse, pues la presencia de insectos o ácaros, así como bacterias, virus y hongos, inciden en todas las etapas de la vida del árbol (en el crecimiento, desarrollo y producción), siendo más evidentes los daños en la madurez fisiológica de los frutos.

Las siguientes plagas son las más comunes.

Barrenadores del hueso; (*Stenoma catenifer*,  
*Conatrachelus aguacatae*, *Heilipus lauri*, *Copturus aguacatae*).  
 Chinche de encaje (*Acysta perseae*),  
 Agalla (*Trioza sp.*),  
 Gusano confetti (*Pyrrhopyge chalybea*),  
 Cochinilla semiesférica (*Saissetia hemisférica*),  
 Cochinilla piriforme (*Protopulvinaria pyriformis*),  
 Cochinilla roja (*Chysomphalus dictyospermi*),  
 Cochinilla blanca (*Aspidiotus sp.*),  
 Cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus alazon*),  
 Pulgones (*Aphis gossypii*),  
 Taladradores (*Hieroxestis subcervinella*);

y otras de acuerdo a las regiones

Barrenadores del hueso; (*Stenoma catenifer*, *Conatrachelus aguacatae*, ).  
 Estados donde se presenta: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Tamaulipas y Nuevo León.  
 Época en que se presenta: En el cuajado de los frutos  
 Control: Dimetoato (Emulsión al 40%) en dosis de 50-60 gr de PA/hl de agua,  
 Carbaril (Sevin Polvo Mojable al 50%) Insecticida carbónico que se utiliza en dosis de 100-250 gr PA/hl.

*Heilipus lauri.*

Estados dónde se presenta: Michoacán, Puebla, Morelos, Jalisco, Querétaro y Guanajuato.

Epoca en que se presenta: En el cuajado de los frutos.

Daño que causa: Al ovipositar la hembra, produce un daño al fruto, las larvas perforan el mismo, cuando llegan a adultos lo destruyen completamente y el fruto cae.

Control: Parathion (E. 50%), Carbaril (Sevin E. 50%), y Malathion (E. 50%). En aplicaciones en el suelo para destruir las larvas, los frutos que caigan al suelo deben ser previamente destruidos, en 5 o 6 aplicaciones comenzando un mes antes de la floración y con intervalos entre cada aplicación de 15 a 20 días.

*Chinche de encaje (Acysta perseae).*

Estados dónde se presenta: En todo México.

Daño que causa: Extrae la savia, provoca daños en los tejidos superficiales de las hojas

Control: Aspersiones de Malathion y Dimetoato en 4 o 5 tratamientos con intervalos de 15 días

*Agalla (Trioza anceps).*

Estados dónde se presenta: En todo México.

Daño que causa: Su daño no es significativo. La ninfa agrega un líquido tóxico que produce, en las células de la hoja, la formación de una cápsula en la cara superior de la hoja, primero de color verde, luego pardusco y café, la ninfa se encuentra en su interior alimentándose de la savia.

Control: Con aspersiones de Parathion en 6 a 8 aplicaciones.

## Ácaros.

*Arañuela roja (Tetranychus telarius).*

Lugares dónde se presenta: En Canarias y California

Daño que causa: La tela cubre los órganos de la planta, le sirve de refugio y sostén, tiene cuatro pares de patas y es ovípara, deposita una gran cantidad de huevos en la cara posterior de las hojas y origina muchas generaciones por año, se desarrolla en condiciones abrigadas y cálidas, es susceptible a la humedad atmosférica alta. Las picaduras ocasionan manchas amarillentas y pálidas induciendo a una caída prematura de las hojas.

Control: Con los siguientes Insecticidas.

De contacto:

- Parathion (P.M. 25 %) E. 50 0 100 %) en dosis de 25 a 50 gr de PA/hl de agua esperando 21 días después de la última aplicación para realizar la cosecha.

Sistemicos:

- Metil de Meton (E. 25%) en dosis de 25 gr PA/hl de agua, es persistente en la planta.

- Dimetoato (e. 40%) de 30 a 60 gr PA/hl de agua es poco Persistente.

- Dicofol (P.M., E. al 18.5 %) dosis de 40 gr PA/hl de agua 7 días antes de la cosecha se puede realizar la aplicación última. Ataca las formas adultas y las jóvenes.

- Binapacril (P.M. 50%) Para todos los estadios del ácaro 60 gr PA/hl de agua, no ataca a las abejas.

- Aramite (P.M. 40%) Es un buen ovicida y larvicida 40 gr PA/hl, se recomienda el tratamiento en el comienzo del crecimiento vegetativo intenso, no se debe aplicar en plantas con frutos; en los animales genera tumores benignos, es tóxico para las abejas, es muy restringido.

- Clorfenson (P.M. 50%) Ovicida, larvicida. Dosis de 30 gr PA/hl

- Tetradifon (E. 7.5%) Una sola aplicación, no es tóxico para las abejas, dosis 15 gr PA/hl

- TCHT (P.M. 50%) Dosis 15 a 25 gr PA/hl no es tóxico para las abejas.

Cochinillas. (*Homopteros*).

Lugares dónde se presenta: En todo México

Daño que causa: Las cochinillas absorben la savia de la hoja y reducen el área fotosintética de la misma por la proliferación del hongo *Fumago* sp. sobre la superficie favoreciéndolo.

Control: Forman protecciones llamadas escudos, se utilizan insecticidas de contacto cuando están en su estado de ninfa y se usan sistemicos cuando ya tienen formado el escudo.

Pulgones (*Aphis gossypii*).

Lugares dónde se presenta: En todo México.

Daño que causa: Su aparato bucal es picador-chupador y extraen la savia de las hojas y brotes, inyectan una saliva tóxica produciendo un retraimiento y decaimiento de las hojas, frecuentemente atacan en los viveros.

Control: Parathion, Metil de Meton, Fosfamidon, Thiometon (100 gr PA/hl).

Cuadro 8 (FIRA, 1992)

## PRINCIPALES PLAGAS DEL AGUACATEO, EN LA REGION PRODUCTORA DE URUAPAN, MICHOACAN

Plaga	Nombre Científico	Daño Ocasionado	Epoca en que se Presenta	Control
Araña roja	<i>Olygonychus Peruvianus</i>	Succiona la savia	Durante los meses de sequía, generalmente de noviembre a mayo	Azufre, 60g/100 l de agua ; Clorobenzilato, 75 cc/100 l ; Otoquinox, 80g/100 l
Araña de seis manchas	<i>Eotetranychus Sexmaculatus</i>	Succiona la savia del envés, produciendo una necrosis intervenal y posteriormente defoliación	Todo el año	Clorobenzilato, 75 cc/100 l ; Otoquinox, 80 g/100 l ; Aramite , 320 g/100 l
Minador	<i>Gracilaria perseae</i>	Galerías bajo la epidermis de hojas, ramitas y frutos . En ataques severos puede haber defoliación .	Inciden los ataques cuando hay brote vegetativo.	Folimat, 100 cc/100 l de agua ; Tamaron , 100 cc/100 l de agua ; Paration etílico, 200 cc/100 l .
Mosca blanca	<i>Trialeudores sp</i>	Succiona los jugos celulares produciendo áreas clóroticas y una defoliación prematura .	Su presencia es constante en el año y se acentúa de agosto a noviembre	Thiodan-Paration 30-50, 200cc ; Tamaron, cc/100 l de agua ; Guasation, 200 cc/100 l de agua
Trips	<i>Heliotrips sp</i>	En el envés de la hoja extraen savia y raspan la cutícula , produciendo malformación de la hoja y deformación en el fruto	Se han observado infestaciones todo el año	Malation 1000, 150 cc/100 l de agua ; Rogor 200 cc/100 l de agua ; Ovrotran 260 cc/100 l de agua
Gusano telarañero	<i>Hypantria cunea</i>	El gusano une con telaraña frutos con frutos , hojas con frutos y barrena inflorescencias	Generalmente todo el año pero su ataque se agudiza entre los meses de agosto a mayo	Lanate , 800 g/100 l de agua ; Rogor , 200 cc/100 l de agua ; Paration , 200 cc/100 l ; Ambush 50 , 20 cc/100 l
Barrenador de las ramas	<i>Copturus aguacatae</i>	Las larvas al barrenar las ramas producen un secamiento y cómo consecuencia estas se rompen	Se han encontrado adultos en diciembre-enero y junio-julio	Paration Metilico 200 cc/100;Sevin 80% , 250 g/100 l; Rogor, 200 cc/100 l de agua
Barrenador del hueso	<i>Heylipus lauri</i>	Las larvas barrenan los frutos, hasta	Desde septiembre hasta	Paration Metilico 200

Gusanos defoliadores "tigre" "perro"	<i>Papilio spp</i>	el hueso ocasionando pudrición y calda de los mismos	abril	cc/100;Sevin 80% , 250 g/100 l; Azodrin, 200cc/100 l de agua, Quemar los frutos caídos y espolvorear al suelo Folídol 2%, 1 kg/árbol
Gusanos defoliadores "tigre" "perro"	<i>Papilio spp</i>	Defoliaciones en las ramas	Epoca de lluvias y cuando hay aparición de brotes vegetativos	Rogor, 200 cc/100 l de agua; Sevin 250 g/100 l de agua; Diazinon, 200 cc/100 l de agua, Paration Metílico 200 cc/100 l de agua
Gusano confeti	<i>Pyrrhopyge chalybea</i>	Produce perforaciones circulares en las hojas semejando un confeti y ataca también los márgenes; en infestación severa produce defoliación	Epoca de lluvias	Dipterex, 25 cc/100 l de agua ;Rogor, 200 cc/100 l Tamaron, 100 cc/100 l ; Gusation, 200 cc/100 l
Periquito	<i>Metcalfiella monogramma</i>	El adulto y las ninfas extraen la savia de las ramas , llegándolas a secar	Se presenta todo el año y según el clima	Paration, 200 cc/100 l de agua ; Rogor, 200 cc/100 l; Gusation, 200 cc/100 l; Diazinon, 200 cc/100 l de agua
Mosca verde	<i>Aethalion quadratum</i>	Adulto y ninfas seccionan la savia de las ramas; en infestaciones severas estas se secan	Todo el año y según condiciones climáticas	Paration, 200 cc/100 l de agua ; Rogor, 200 cc/100 l; Gusation, 200 cc/100 l; ; Diazinon, 200 cc/100 l de agua

## 7. - ENFERMEDADES

Las principales enfermedades son:

- Tristeza o Podredumbre de la raíz.
- Marchitez (*Verticillium alboatrum*)
- Podredumbre radicular (*Armillaria mellea*)
- Pudrición Texana (*Phymatotrichum omnivorum*)
- Oidio (*Oidium sp.*)
- Pudrición del Pedúnculo del fruto (*Pentalogia*)
- Podredumbre de los frutos (*Diplodia*, *Dothiorella* y otros)
- Mancha de hojas (*Cladosporium*)

Podredumbre radicular (*Armillaria Mellea*). Se conoce como enfermedad de la raíz del roble, puede afectar además del aguacate a cítricos, frutales de hueso, y éste hongo persiste en los fragmentos de las plantas y raíces infectados en el suelo, y en condiciones de buena humedad.

Síntomas : Amarillamiento de las hojas, defoliación parcial, defoliación total, marchitamiento rápido y muerte del árbol.

Control: Se expone la base del tronco al sol para permitir la aeración, para evitar la humedad y se aplican los mismos fungicidas que se aplican en la tristeza (ver tabla de enfermedades).

Marchitez (*Verticillum alboatrum*) es difundida en las solanáceas (tomates, pimientos, papas), el algodón y la fresa, por lo que no se aconsejan las plantaciones dónde se tuvieron estos cultivos.

Síntomas: El hongo penetra en las raíces trasladándose en las plantas y obstruyendo los vasos de conducción, se presenta Marchitamiento de las hojas, afección de las ramas, oscurecimiento de las hojas que permanecen un tiempo en el árbol (las razas Mexicanas son más resistentes que los Guatemaltecos).

Control: Se podan las ramas enfermas, airear las raíces, aplicar agri-micin 500, aplicar Caldo bordeles o Benlate 40-60 gr /planta, cuando el árbol empiece a recuperarse se aplican altas dosis de nitrógeno.

Pudrición Texana (*Phymatotrichum omnivorum*) no esta muy difundido en México, se desarrolla en suelos con pH alcalino

Síntomas: Es una clorosis progresiva y acelerada, le sigue una intensa defoliación y puede ocasionar la muerte del árbol (en 40 días en los viveros), el hongo ataca las raíces.

Control: Se destapa el sistema radicular y se eliminan las partes afectadas, luego se

tratan con fungicidas (Agri-Mycin 500 o Benlate), los suelos en viveros deben desinfectarse con Benlate 50 gr PA/hl; Vapam o Bromuro de Métilo.

**Oidio (*Oidium sp.*)**

Síntomas: El hongo produce una afloración blanca en forma de polvillo, en el envés de las hojas y la otra cara va tomando una coloración amarilla.

Las condiciones óptimas para su desarrollo son humedad alta 70-80 %, y temperaturas de 20°C.

Control : Se controla con fungicidas como Azufre (S) en polvo al 99% y en polvo mojable al 90%.

El Azufre se aplica con temperaturas que no sean menores a 10°C ni mayores a 25 o 30 °C porque se producen volatilizaciones y quemaduras en las hojas, la dosis son polvo al 99% 12 a 15 Kg/Ha polvo humectable 90% 1 a 2 Kg/Ha Quinometionato (25% de PA) aplicado al 0.05% y el Triadimefon (25% PA) también al 0.05%.

Las enfermedades más comunes en la región de Uruapan, Michoacán están en la siguiente tabla.

## Cuadro 9 (FIRA, 1992)

## PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL AGUACATEO, EN LA REGION PRODUCTORA DE URUAPAN, MICHOACAN

Enfermedad	Patógeno	Sintomatología	Epoca en que se Presenta	Control
Tristeza del aguacatero	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Secadera de las ramas más altas hacia el tronco, defoliación clorosis; floración excesiva, frutos pequeños y muerte	Todo el año y se agudiza en época de lluvias. Esta enfermedad se agudiza en suelos pesados	Sacar los árboles enfermos y quemarlos , desinfectar el suelo con : Bromuro de Metilo, Vapam, Formaldehído
Cáncer del tronco de las ramas	<i>Nectria galligena</i>	Manchas oscuras cobrizas en el tronco y Ramas; segregación de savia blanquecina; agrietamiento, pudrición; esta enfermedad se puede extender a la raíz. La copa del árbol presenta debilidad, clorosis, defoliación y si se agudiza sobreviene la muerte	Todo el año; se agudiza en la época de lluvias o se presenta cuando hay algún traumatismo en el árbol	Cirugía vegetal, quemar los restos de los tejidos y sellar con árbolsan. Tratamiento del follaje con Benlate 100g/100 l de agua
Dothiorella	<i>Dothiorella sp</i>	Se presenta desde los viveros hasta los árboles adultos ,se inicia con puntos oscuros rojizos brillantes; posteriormente la rama o el tallo adquieren un color negro rojizo, el tejido interno muere y se seca el tallo o rama afectada	Cuando las condiciones de humedad y temperatura son altas, se puede presentar todo el año	Podar las partes afectadas y quemarlas aplicación al follaje : Tecto 60, 100 g/100 l, Cicosyn 70, 100g/100 l; Benlate, 100g/100 l. cada 15 días asperjar
Viruela o Clavo del fruto	<i>Colletotrichum sp</i>	Se observa en frutos recién cuajados manchas circulares oscuras con segregación de una mielecilla blanca	Desde el cuajado del fruto , hasta la madurez fisiológica. Generalmente todo el año	Asperciones al follaje de: Trioxil, 3 ½ kg/1000 l; Rocifol, 2 kg/1000 l ; Zineb 80, 3 kg/1000 l; Manzate 3kg/1000 l ;

Anthracosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <i>Gloeosporium sp</i>	Se observan agrietamientos en los frutos de color obscuro o también manchas; La enfermedad puede penetrar la pulpa	Desde el cuajado del fruto hasta la maduración de éste se puede presentar todo el año. Se agudiza la enfermedad cuando hay alta humedad relativa y temperaturas elevadas	Realizar aplicaciones con intervalos de 15 a 21 días Asperciones al follaje de: Trioxil, 3 ½ kg/1000 l; Rocifol, 2 kg/1000 l ;Manzate 3kg/1000 l ; Realizar aplicaciones con intervalos de 15 a 21 días
Anillamiento del pedúnculo	<i>No identificado</i>	Se forma un anillo corchoso en la inserción del pedúnculo y el fruto ocasionando la caída de los frutos	Desde que los frutos tienen un diámetro de 3 cm. Hasta la madurez fisiológica. Generalmente todo el año	Mantener en buen estado nutricional las huertas así como buen estado fitosanitario. Asperciones de : Rocifol + Quelato de zinc, 2 kg + 1 kg / 1000 l Trioxil + Quelato de zinc, 3 kg + 1 kg / 1000 l de agua realizar asperciones con intervalos de 15 a 21 días
Sun Blotch o Manchas del sol	<i>Agente viral</i>	Se observa en ramas hojas y frutos hendiduras longitudinales color amarillo naranja y en el tronco acorchamiento y agrietamiento	Se puede presentar todo el año	Sacar las plantas enfermas y quemarlas
Secadera de la punta de las ramas	<i>Glomerella cingulata</i>	Aparición de pústulas en las ramas de los brotes tiernos; defoliación apical , pudrición interna de la rama y secamiento de ésta	Se puede presentar todo el año pero se agudiza cuando las condiciones de humedad y temperatura son altas	Podar las ramas enfermas y quemarlas, asperjar al follaje Benlate, 100 g/100 l; Cicosyn 70, 100g/100 l; Tecto 60, 100 g/100 l; cada 15 días asperjar
Fumagina	<i>Capnodium sp</i>	Manchas oscuras (negras) en las ramas , hojas, inflorescencia y frutos; Decaimiento del árbol	Todo el año; se incrementa el daño con altas temperaturas y humedad ambiental excesiva	Asperciones al follaje de: Trioxil, 3 ½ kg/1000 l; Rocifol, 2 kg/1000 l ; Zineb 80, 3 kg/1000 l;

Caido bórdeles 1-1-100. ;  
 Realizar aplicaciones con  
 intervalos de 15 a 21 días  
 Aspersiones al follaje de:  
 Cobre tribásico, 3 ½  
 kg/1000 l; Rocifol, 2  
 kg/1000 l ; Cupravit mix,  
 3 kg/1000 l; Realizar  
 aplicaciones con  
 intervalos de 15 a 21 días

en general debido a que se baja  
 la tasa fotosintética

*Sphaceloma*  
*persea*

Roña o Sarna

Areas corchosas en ramas,  
 frutos , hojas. Los frutos se  
 observan cómo mameyes en  
 ataques severos

En todo el año y se incrementa  
 desde el cuajado del fruto

## 8. - FENOLOGÍA DE LA PLANTA

La fenología agrícola es considerada por algunos autores como una rama de la agrometeorología, que estudia las relaciones entre las condiciones climáticas y los fenómenos periódicos que los cultivos experimentan en su desarrollo.

Aquí la vamos a definir como: la ciencia que estudia los fenómenos periódicos de los vegetales y su relación con las condiciones ambientales circundantes. (Seminario, 1997)

Cada especie vegetal tiene diferentes fenómenos periódicos que se llaman Fases Fenológicas las cuales representan a cada uno de ellos, como son

- a) Brotación
- b) Aparición de primeras hojas
- c) Floración
- d) Aparición del fruto
- e) Maduración, etc.

Al periodo que se tiene desde el fin de una fase al inicio de la otra en forma consecutiva, se le llama Etapas fenológicas. Para esto, es importante distinguir tres estados; el inicio, la plenitud, y el fin de las fases o etapas, lo que sirve como indicador para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Cada planta inicia su reloj biológico con un punto llamado fecha de siembra la cual va a determinar las influencias meteorológicas a las cuales estará sujeto el cultivo. El equivalente para el aguacate y las especies perennes es la brotación en el proceso que va después de la plantación.

Son varios los elementos que influyen en las fases fenológicas, de los cuales el Fotoperiodo (duración del día o cantidad de horas luz) es uno de ellos. De acuerdo al fotoperiodo el comportamiento de las fases fenológicas es variable, por ejemplo, cuando la planta es de día corto, no florece como consecuencia de un fotoperiodo más largo que su fotoperiodo crítico y lo mismo sucede para una planta de fotoperiodo largo cuando se presenta un fotoperiodo más corto.

La Temperatura es considerada como uno de los principales elementos que condicionan la adaptabilidad de la especie o variedad, por eso se reconoce para cada

uno de ellos un umbral mínimo, y un umbral máximo de temperatura fuera de los cuales se tiene un desarrollo deficiente mermando el crecimiento y rendimiento de los cultivos e incluso la muerte.

Los factores del clima que van a influir para determinar la viabilidad de la variedad de acuerdo a las necesidades que se tienen son:

- a) Latitud
- b) Altitud
- c) Relieve
- d) Distribución de tierras y aguas
- e) Corrientes marinas

Los Elementos del clima que determinan las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo son:

- a) Temperatura
  - a.1) Temperatura mínima
  - a.2) Horas frío
  - a.3) Heladas
  - a.4) Temperaturas máximas
  - a.5) Temperaturas mínimas
  - a.6) Temperaturas medias
  - a.7) Duración del periodo favorable a la vegetación (fotoperiodo)
- b) Precipitación Pluvial
- c) Humedad atmosférica
- d) Radiación solar
- e) Dirección y velocidad de los vientos
- f) Presión atmosférica

Para la determinación de las etapas fenológicas de la región es necesario el conocimiento de las condiciones que se tienen de temperatura, fotoperiodo, así como las condiciones climáticas del lugar pues la distribución de precipitación y existencia de heladas, van a determinar nuestra estación de crecimiento, que es el periodo para que la planta tenga un desarrollo óptimo y se tenga una producción de adecuada a óptima.

La información que se necesita para cada región del país está disponible a través de

las "Normales Climatológicas" de la Dirección General de Geografía y Meteorología de la SAGAR, los cuales nos dan un estudio de las condiciones climáticas de los lugares donde se encuentra una estación meteorológica que es la base fundamental para el desarrollo de una agricultura productiva. ( ver anexo II y III)

8.1. - Las condiciones climáticas para los diferentes grupos ecológicos son.

#### 8.1.1. - Para el grupo Ecológico Mexicano:

Clima general. Subtropical o templado cálido

Ciclo de estaciones. Invierno benigno; sin o con raras y previsibles heladas; invierno y primavera sin lluvias; lluvias regulares en verano y otoño

Índice pluviométrico. Un mínimo de 800 mm. Cuando hay suficiente agua de riego, o 1200 mm. cuando el servicio es deficiente

Régimen higrométrico. Semiseco

Drenaje del aire. Bueno, pero desprovisto de corrientes violentas

Latitud. Todas las zonas que satisfagan las condiciones dentro de los 35 o 36 grados Norte o Sur.

Altitud. Comprendida entre los 1,000 y 1,800 metros sobre el nivel del mar

Precauciones. Evitar las zonas de granizo regular.

La temperatura media invernal no debe descender de los 15 °C la temperatura nocturna no deberá descender abajo de los -4 °C pues la planta empieza a sufrir daños orgánicos cuando esta sujeta a los -4.5°C y de manera irreversible más allá de los -6.7°C.

El cultivo del aguacate mexicano no deberá establecerse en lugares carentes de agua de riego pues aunque se satisfagan los índices pluviométricos es necesario regar en tiempos de sequía.

Los suelos deberán tener pendientes adecuadas para el buen drenaje y no en plano pues la incidencia de heladas se evita con esta practica.

#### 8.1.2. - Para el grupo Ecológico Guatemalteco:

Clima general. Tropical o Subtropical.

Ciclo de estaciones. Sin grandes variaciones de una a otra

Índice pluviométrico. De 1,200 a 1,800 mm. Cómo mínimo.

Régimen higrométrico. Húmedo.

Drenaje del aire. Libre y desprovisto de corrientes violentas

Latitud. Todas las zonas que satisfagan las condiciones dentro de los 32 o 34 grados Norte o Sur.

Altitud. Comprendida entre los 500 y 1,100 metros sobre el nivel del mar

Precauciones. Evitar las zonas de granizo regular y brindar protección especial cuando soplan brisas saturadas de salinidad marina.

La temperatura media invernal no deberá ser inferior a 15°C y la nocturna no será inferior a -1°C los daños que el frío causa en esta raza se manifiestan al descender la temperatura a -2.3°C.

Para este cultivo el régimen de lluvias debe ser continuo sin periodos de sequía o tener condiciones de riego para satisfacer las necesidades de agua.

### **8.1.3. - Para el grupo Ecológico Antillano:**

Clima general. Tropical.

Ciclo de estaciones. No presenta problemas por el tipo de clima.

Índice pluviométrico. De 1,800 a 2,000 mm. Cómo mínimo.

Régimen higrométrico. Muy húmedo.

Drenaje del aire. Libre y con fuerte protección de los vientos violentos

Latitud. Todas las zonas que satisfagan las condiciones dentro de los 32 grados Norte o Sur.

Altitud. Comprendida entre los 0 y 500 metros sobre el nivel del mar

Precauciones. Evitar la salinidad que proviene del mar

La temperatura media no tiene problemas pero no deberá descender de 16°C, la temperatura mínima no debe ser inferior a 3°C a temperaturas de -2.3°C empieza a sufrir daños irreversibles.

La evaporación en estas zonas es excesiva por lo que la lluvia debe ser regular todos los meses del año, si esto no es posible se debe tener disposición de riego.

### **8.1.4. - Híbridos.**

En el cultivo de estas variedades comerciales, deben atenderse y cubrirse las normas de clima propias de las especies progenitoras primarias, pero la hibridación las faculta para que su plantación sea establecida en áreas cuyas condiciones son intermedias para las especies progenitoras secundarias.

Para el mejor aprovechamiento del cultivo del aguacate se le dividió en dos grandes

periodos de cultivo donde se pueden establecer diferentes etapas fenológicas; a saber:

1. - En Vivero.- Este macro periodo comprende desde

- a) Siembra
- b) Brotación
- c) Desarrollo de plántulas
- d) Trasplante

2. - En Plantación. Se refiere al periodo que pasa la planta ya en su lugar definitivo y donde va a producir el fruto.

- a) Crecimiento vegetativo
- b) Floración
- c) Fructificación
- d) Maduración

## 8.2. - Necesidades de acuerdo al cultivo.

En vivero se necesitan realizar las siguientes labores.

Como es únicamente el desarrollo vegetativo a partir de la siembra lo que necesita esta planta, se debe tener mucho cuidado de suministrar los nutrimentos y los cuidados a ella. A continuación se dan las labores necesarias para ese periodo.

El semillero debe estar colocado en un lugar sombreado bajo árboles o sombras artificiales. Puede realizarse en bolsas de polietileno o directamente en el suelo.

Las bolsas de polietileno tienen como beneficio un ahorro de espacio, se evitan trasplantes, las plantas se pueden reemplazar cómodamente, ya sea para la realización del injerto o para el traslado al lugar donde serán trasplantadas definitivamente.

Estas bolsas se llenan con arena-limo-arcilla en la proporción de 50-70, 20-30, 5-10 %respectivamente en bolsas de polietileno negro y de calibre 400-500 de 25 a 40 cm de ancho y largo de 35 a 50 cm en tres a cuatro hileras.

El semillero se puede hacer directamente en el suelo en camas de 20 cm. de profundidad por 1 m de ancho con limo y arena fina a 30-70 de proporción y sembradas a 10 o 15 cm. entre plantas.

La selección de la semilla debe hacerse de plantas sanas y no híbridas pues las características de la planta no se expresarían totalmente similares a la planta madre.

Si se desea tener unas plántulas de patrones híbridos se pueden realizar enraizamientos o clonaciones de las partes vegetativas de la planta madre pues esto ya es factible utilizando hormonas y clonaciones en laboratorio de los primordios foliares.

La semilla debe desinfectarse totalmente ya sea por medio de calor húmedo a una temperatura constante de 30°C por 30 minutos, o por medio de desinfectantes químicos (fungicidas).

La semilla tiene una parte superior donde los cotiledones se unen fuertemente, y se debe cortar para permitir la emergencia de la plántula.

Cuando las plántulas alcancen los 10-15 cm serán trasplantadas a macetas con una combinación de 50-50 de arena y tierra humica con un tamaño de 40-50 cm de altura y 20 cm de diámetro.

La plántula tarda de 60 a 120 días para alcanzar el tamaño suficiente para el injerto.

El injerto se realiza para tener las características homogéneas de una planta madre y para acelerar el proceso de fructificación,

Las yemas del injerto deben proceder de los extremos de las ramas de árboles en buen desarrollo. Las ramas deben tener entre uno y dos años de vegetación y mejor aun que sean de la parte media del árbol y de la zona que este menos expuesta a los rayos solares.

El injerto debe realizarse en febrero ó noviembre pues es cuando la corteza del patrón se separa más fácilmente.

Los diferentes tipos de injerto que se utilizan en el aguacate son:

a) Injertos de yema esta constituido por un trozo de corteza que lleva una o varias yemas.

a.1.- Injerto de escúdete

a.2.- Injerto en doble T

a.3.- Injerto de Chapa

a.4.- Injerto de canutillo

b) Injerto de púa.- el injerto es una ramita o estaquilla provista de corteza, leño y varias yemas.

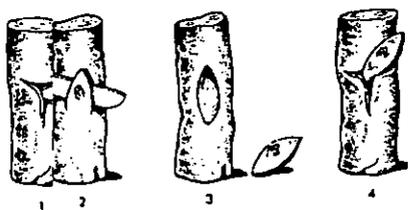
b.1. - Injerto de lengüeta

b.2. - Injerto de púa lateral

b.3. - Injerto de hendidura

b.4. - Injerto de corona

A continuación se esquematizan algunos tipos de injertos:



1 2

3

4

5

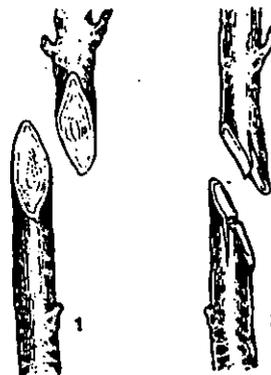


6



7

injerto de escudete



1

2

Injerto de pua

Injerto de corona

Injerto de pua lateral

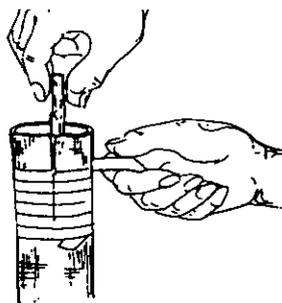
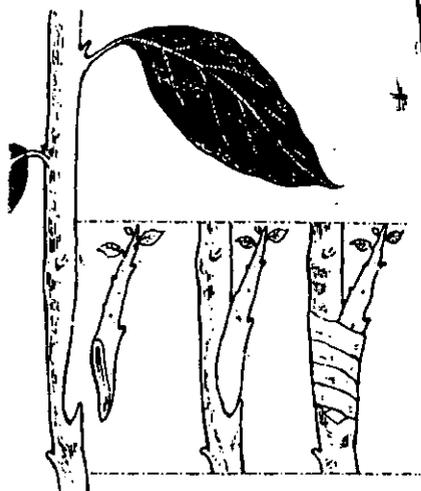


Figura 1.  
Fuente Rodriguez 1982

Estos injertos se pueden realizar en cualquier época del año pero es mejor a fines de invierno o principios de primavera. El injerto de pua es muy útil para aprovechar los soportes donde no prendieron los injertos de yema

Después del injerto pasan 60 a 90 días para que la planta alcance de 40 a 50 cm y está lista para ser llevada al lugar definitivo de plantación.

Secuencia de labores.

1. - Determinación del lugar y tipo de semillero
2. - Formación del lugar del semillero o llenado de bolsas
3. - Siembra de la semilla
4. - Riegos cada semana
5. - Lecturas de chequeo
6. - Fertilización
7. - Injerto
8. - Corte del ápice
- 9.- Tutorio

De acuerdo a algunos autores las fases del aguacate solo se basan en el período productivo, pero otros consideran dos macro etapas que se originan desde la siembra de la semilla en el vivero hasta el trasplante, y desde la plantación del árbol hasta la madurez del fruto.

En el vivero se pueden presentar las siguientes.

1. – Siembra: se inicia cuando la semilla es depositada en el semillero hasta el inicio de la germinación, los mejores tiempos para la siembra son un mes antes del inicio de la primavera, a mitad del verano o a fines de la primavera .

2. – Germinación: se caracteriza porque la plántula emerge del suelo (inicia la etapa de crecimiento vegetativo)

En tiempos calurosos la germinación de la semilla se produce en 30 a 45 días y en tiempos de temperaturas medias o frías la germinación se produce a los 45 o 60 días.

3. - Fase de injerto se caracteriza porque la plántula alcanzó el grosor de un lápiz ( de 1 a 1.5 cm de diámetro aproximadamente) o 12 a 15 cm de alto (es el final de la etapa de crecimiento vegetativo y da inicio a la etapa de injertación)

4. - Después de esto la planta tiene crecimiento vegetativo hasta el trasplante a la huerta.

En la segunda macro-etapa que es la que comprende del trasplante a la huerta hasta la madurez del fruto, se presentan las diferentes fases fenológicas.

De acuerdo a Cruz, 1997 las fases fenológicas del aguacate son.

1. - Aparición de hojas nuevas
2. - Floración
3. - Inicio del desarrollo del fruto
4. - Fin de desarrollo del fruto
5. - Madurez.

Y de acuerdo a Rodríguez, 1982 las fases fenológicas son.

1. - Fase vegetativa
2. - Floración
3. - Fructificación

Una característica del aguacate es su largo período de crecimiento en el total del ciclo anual, el cual puede ser de 8 a 10 meses, algunos tipos de aguacate crecen constantemente en condiciones favorables no teniendo un período de reposo definido, y están constantemente en actividad vegetativa.

La dominancia apical es débil en el aguacate, se desarrollan yemas axiliares anticipadas que evolucionan al mismo tiempo que la apical, la dominancia apical se debe a la mayor concentración de auxinas en el meristemo superior que regula la concentración en las otras partes de la planta pero esto no sucede en el aguacate.

El ciclo de vida es prolongado, la germinación de la semilla con una temperatura de 28°C y una humedad edáfica de 75% puede ocurrir en promedio a los 40 días, luego entre el período de injerto y el de plantación puede transcurrir un año, esto es si se obtiene una plántula en invernadero ó en 2 años ( ó 18 meses) si se produce en forma libre; se considera una planta joven si lleva de 1 a 4 años de establecida en la huerta; de 8 años en adelante se le considera adulto en plena producción extendiéndose éste período por más de 25 años.

En el período de crecimiento activo del árbol los distintos órganos (yemas, brotes, flores, y frutos) muestran diferentes formaciones y fases que son los estados fenológicos, el aguacate posee como cada especie particular una fenología característica.

La actividad vegetativa comienza con la hinchazón de las yemas, las escamas y bracteas protectoras se separan produciendo el llamado desborre, teniendo después de esto la diferenciación floral y vegetal.

### **8.3. - Fase vegetativa**

Los estados fenológicos que se pueden definir en esta fase son cinco de acuerdo a la evolución y desarrollo de las yemas vegetativas.

La manifestación de las ramas está determinada por agentes internos y agentes externos.

La rama ya crecida en el ciclo anterior tiene una yema terminal que se identifica por ser delgada y de forma alargada, presentando en las axilas de las hojas yemas acallarais anticipadas, éste estado continuara con las sucesivas etapas si no entra en reposo. Esta etapa va desde la generación de la rama del año anterior (A) pasando por la actividad meristemática de las yemas(B) , la aparición de 4 ó 5 hojitas y la evolución de las yemas anticipadas adyacentes (C) , cuando las hojitas ya están bastante desarrolladas y tienen un color rojo intenso a rosado es el estado preliminar a la floración(D), y el siguiente estado se caracteriza por la maduración de las hojas con un color verde intenso(E).

### **8.4. - Floración**

La floración se dá en las ramas de un año aunque también en los brotes del mismo año, de manera alejada del eje, generalmente en las ramas altas.

La floración es típicamente lateral, la yema terminal de la inflorescencia puede quedar latente durante la antesis de las flores laterales y una vez ocurrida, pasar a una etapa posterior de desarrollo vegetativo, aunque en la raza mexicana se desarrolla al mismo tiempo que ocurre la antesis.

En un inicio la floración (A) inicia en el estado B de la fase vegetativa (color amarillento y separación de escamas) apareciendo yemas axilares de color verde claro, en el estado siguiente las yemas laterales tienen una mayor diferenciación a botones florales (B), se alargan los pedúnculos florales (C); el pedúnculo floral deja de crecer, los racimos de flores están suficientemente diferenciados y se presentan alrededor del eje central de la inflorescencia (D), en éste estado, la yema terminal

puede continuar su fase vegetativa pues la detuvo en el estado C, o permanecer sin desarrollo, en el siguiente estado(E) los pedúnculos se separan y se abren los pétalos con las consabidas características dicogámicas, si la yema terminal siguió creciendo presenta 4 a 5 hojitas rojas o rosadas.

El período de floración del aguacate necesita temperaturas óptimas que no sean inferiores a 13°C ni superiores a 40°C en que las flores abortan.

En el momento de plena floración, cuando están abiertas del 50% al 70% de las flores es importante la temperatura ambiente, el agua y la cantidad de insectos, para obtener una adecuada cosecha, pues el porcentaje de flores que llegan a éste punto final es muy bajo, y es muy importante que no exista carencia de macro y micronutrientes.

### **8.5. - Fructificación**

En el momento de terminar la floración, ya se ha producido la fecundación y las primeras divisiones celulares que le siguen, a este punto se le llama cuajado del fruto, e inicia su desarrollo, terminando con la madurez del mismo.

Presenta tres estados fenológicos e inicia cuando la flor ha perdido su estado característico, los pétalos pierden su turgencia y se secan cubriendo al ovario que mide aproximadamente 1 mm y lleva en su parte superior el estilo en forma visible. A partir de éste momento, se produce gran caída de frutos debido a la falta de polinización, generalmente en el segundo estado ó estado de caída de frutos, permanece la inflorescencia y los pedúnculos florales, el ovario se seca desde la base del cáliz, quedando solamente las ramificaciones de los racimos florales; Se le clasifica como una caída fisiológica que dentro de ciertos límites debe ser considerada normal con una pérdida del 75 al 95% de flores. En el estado B o final de la fructificación, el pedúnculo floral se ha alargado significativamente y las piezas florales ya se han caído, el fruto se destaca en el pedúnculo y a continuación se refuerzan los tejidos de unión del fruto, la unión del fruto con el pedúnculo y éste con la inflorescencia ya más desarrollada.

Los factores condicionantes para el desarrollo frutal son:

- a) Agua.- Se debe tener alta disponibilidad pero evitando que se inunde el suelo por tiempos prolongados
- b) Nutrientes.- Debe existir suficiente cantidad de Nitrógeno y Potasio, el primero influye en el desarrollo y el segundo en la calidad del fruto.

c) Superficie foliar .- En forma general puede establecerse una relación de hojas por fruto que oscila entre 30 y 50 hojas adultas. El aguacate es muy exigente respecto a esto, y se debe tener mucho cuidado con las podas siendo preferible en algunos casos mantenerlo en su crecimiento natural.

d) Temperatura .- Las temperaturas medias altas sin contrastes nocturnos inducen a un crecimiento rápido. las óptimas son de mayores de 13 y menores de 40 °C.

### **8.6. - Maduración del Fruto**

La evolución de la maduración puede medirse a través de la intensidad respiratoria o sea la cantidad de CO<sub>2</sub> que desprende una masa determinada en un tiempo determinado; a partir de éste criterio pueden clasificarse los frutos en climatéricos y no climatéricos.

El aguacate junto con la manzana, pera, ciruela, tomate, albaricoque, mango, plátano, papaya, melocotón, y chirimoya son frutos climatéricos y presenta una fase preclimaterica, un climaterio, una crisis climatérica y un período postclimaterico.

El preclimaterio presenta una intensidad en la respiración hasta un pico máximo que se conoce como crisis climatérica, constituyendo el final de la maduración.

A partir de este punto el fruto entra en etapa del postclimaterio o período de envejecimiento, la intensidad respiratoria decrece hasta la descomposición o putrefacción, momento en que se observa una pequeña elevación de la respiración por el proceso de fermentación victoriano para luego decaer finalmente hasta su muerte.

De lo anterior se deduce que los distintos estados fenológicos de la madurez, pueden ser:

- a) Madurez de consumo; que coincide con la crisis climatérica dónde se presentan las mejores características organolépticas.
- b) Madurez comercial; coincide con el climaterio en el cual se recolecta el fruto continuando su maduración fuera del árbol.
- c) Madurez fisiológica; ésta corresponde al momento en que la semilla es viable para su germinación.

## 9. - INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA IMPLANTACIÓN

Para cada región mínimamente se debe contar con la siguiente información:

### 9.1. - Información del suelo

- a) Textura
- b) pH
- c) Drenaje
- d) Nutrientes
- e) Salinidad
- f) Contenido de humedad
- g) Pendiente
- h) Dirección y fuerza de los vientos

### 9.2. - Información de aguas subterráneas

- a) Profundidad del manto freático
- b) Contenido de sales
- c) Contaminación
- d) Variación de acuerdo a las estaciones

### 9.3. - Disponibilidad de riegos

- a) Canales de riego
- b) Distancia a que se encuentra la derivación más próxima
- c) Seguridad en la distribución del riego por el distrito de riego
- d) Existencias de pozos próximos
- e) Factibilidad de construcción de pozos en la huerta

### 9.4. - Información climática.

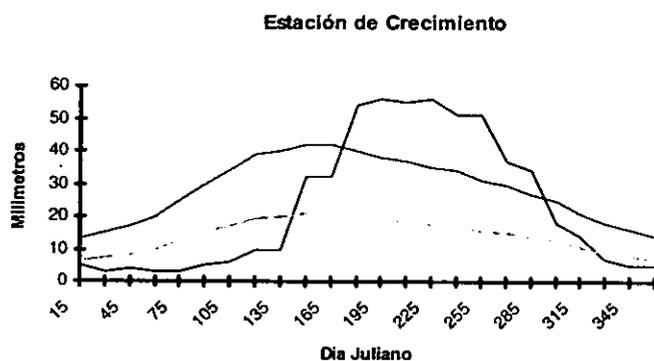
- a) Periodo libre de heladas (ultima y primera helada)
- b) Temperaturas mínimas mensuales
- c) Temperaturas máximas mensuales
- d) Temperaturas medias mensuales
- e) Distribución pluviométrica
- f) Duración del día
- g) Evaporación y Evapotranspiración

Con lo anterior se tiene la seguridad de contar con los insumos necesarios y mínimos para establecer la plantación pues mediante esta información se pueden prever los posibles problemas a que se va a enfrentar el cultivo y se puede

determinar la estación de crecimiento de la planta y se pueden prever las situaciones donde se debe suministrar riego a la misma cuando no se cumplen las condiciones de humedad, así como prevenir las heladas para evitar pérdidas en la floración y fructificación. Ver gráficas 1,2,3,4,5,6,7. Que presentan la información de Celaya, Guanajuato.

Fuente de los datos SAG 1980.

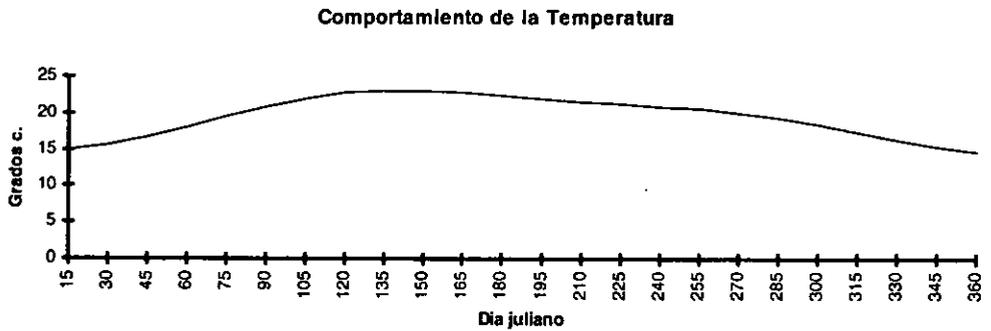
Gráfica 1



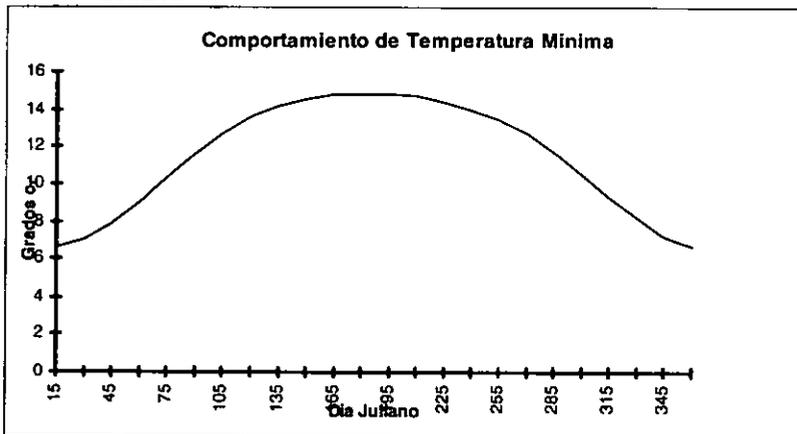
Gráfica 2



Gráfica 3

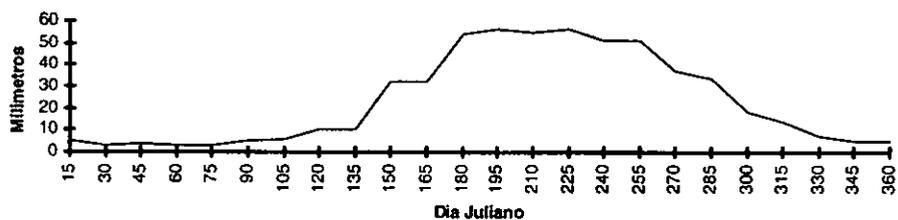


Gráfica 4



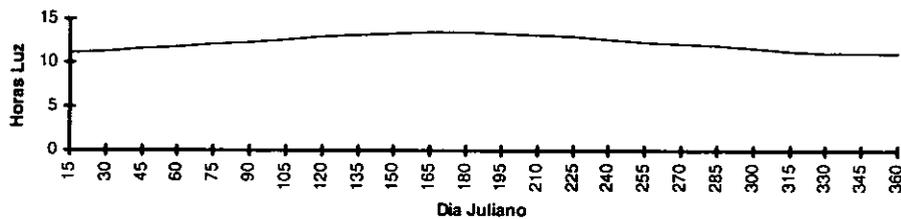
Gráfica 5

## Comportamiento de la Precipitación



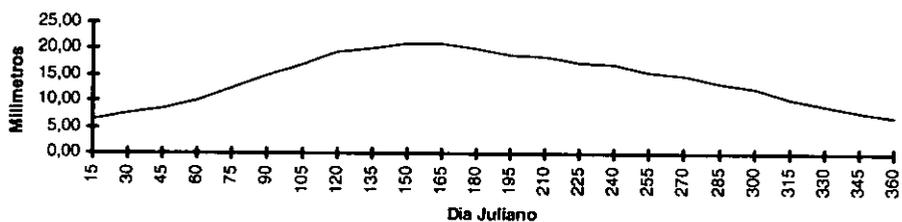
Gráfica 6

## Duración Del Día



Gráfica 7

## Evapotranspiración Media



## 10. - LABORES DE CULTIVO

Las labores para un desarrollo óptimo del cultivo son necesarias desde la toma de decisión de implantar el cultivo que se desea, y se incluyen entre ellas la selección del tipo de cultivo las características climáticas, edáficas, de humedad y mercadotécnicas que se van a seguir a través del desarrollo del proceso vegetativo y de comercialización de la plantación.

Dentro de las labores necesarias para la obtención de un buena producción esta la selección del patrón e injerto óptimos para la plantación, uno de los métodos es la obtención de variedades a partir del mejoramiento genético cuyos objetivos son:

a) Obtener un fruto de tamaño medio (260 gr ) de forma ovalada uniforme, cáscara de espesor medio, fácil de pelar, resistencia a las plagas y enfermedades, sin defectos de color atractivo y apetecible , mayor duración en el árbol en estado sazón, semilla pequeña y compacta, pulpa de maduración homogénea, maduración lenta después del corte, mayor vida de almacén, alto contenido de aceite y alto contenido de valores nutricionales.

b) Obtener un árbol de amplia adaptabilidad al medio, de fácil propagación, buen vigor, tolerancia a las plagas y enfermedades, resistencia a vientos fuertes, resistencia a fríos, salinidad, clorosis y estrés; así como que la fruta llegue a la madurez en un período corto, precocidad de producción anual y buen rendimiento.

Aquí trataremos las labores necesarias para las dos macro-etapas que se tienen en el cultivo del Aguacatero.

### 10.1. - Labores de Cultivo en Vivero

Para el inicio de un vivero se debe incrementar el amarre de la semilla de acuerdo a los siguientes parámetros.

Las semillas tras haberlas seleccionado de árboles sanos, se deben desinfectar, ya sea con una solución fungicida o colocándolas en un recipiente con agua precalentada a 38°C por 30 minutos consecutivos.

Se les realiza un corte en la región apical para favorecer el brote de la plántula.

El semillero debe estar colocado en un lugar sombreado bajo árboles ó sombras artificiales, o hacerse directamente en el suelo en camas de 20 cm de profundidad por 1 m de anchura y llenarlas con una mezcla de limo (30%) y arena fina (70%) y 10 a 20 cm de separado y cuando la planta alcance 10 a 15 cm serán trasplantadas a

las macetas con una combinación de 50-50 de arena y tierra húmica, con un tamaño de 40 a 50 cm de altura y 20 cm de diámetro.

Las semillas se siembran en viveros con espaciamiento de 60 cm entre las líneas de 30 a 40 cm entre plantas o bien en sacos de polietileno de 10 cm de diámetro y 35 cm de altura colocando la semilla con la punta hacia arriba y apenas cubierta, a la siembra se le dan riegos poco abundantes pero frecuentes.

Cuando las plántulas alcancen el grosor de un lápiz (1 a 1.5 cm de diámetro aproximadamente) es decir después de uno o dos meses a la brotación se procederá al injerto; El vegetal de injerto se elige de las mejores huertas seleccionando brotes terminales de 10 a 12 cm en el momento en que después de un periodo de reposo empiezan a hincharse las yemas, se realiza un injerto de púa, la ligadura debe permanecer flexible para evitar el estrangulamiento del brote.

Para trasplantar, las plantas deben tener una edad mínima de 6 meses de injertada y se debe hacer la cepa con una anticipación de uno a dos meses antes de la plantación para que la tierra éste suficientemente meteorizada.

Si la planta no fue plantada en sacos de polietileno, debe trasplantarse con un terrón para evitar fracasos.

Los dos tipo de portainjertos que se utilizan son:

1. - Portainjertos francos en donde las principales ventajas de este tipo de portainjertos radica en el hecho de que la obtención es relativamente simple y de reducido costo. No transmiten virus a través de las semillas ya que en la mayoría de los casos aún cuando la planta este atacada por virus estos no se encuentran ni en los granos del polen ni en los óvulos.

2. - Portainjertos clonales que se pueden obtener por enraizamiento de estacas, por acodo, injertación etiolación y cultivos in-vitro a partir de porciones ápicales, de yemas, peciolos, hojas, tallo y raíz.

En estudios para la obtención de raíces adventicias se encontró que los cultivares del grupo mexicano son más fáciles de enraizar, los guatemaltecos son de mediana facilidad y los más difíciles son los del grupo antillano, pero a todo esto la selección del material debe ser de plantas jóvenes, a una temperatura entre 30 °C con hojas, se les pueden aplicar hormonas sintéticas como ácido Indolbutirico y Naftalinacetico, mezclado con ácido Clorofenoxiacéticos.

Los aguacates multiplicados por semilla empiezan a producir a los cinco o seis años y los multiplicados vegetativamente antes de los cuatro años.

Antes de llevar a cabo una selección de la semilla para el portainjerto:

1. - Se deben seleccionar árboles desarrollados en una localidad excelente y proporcionarles cuidados óptimos tales como irrigación fertilización, protección contra los vientos dominantes, control de plagas y enfermedades.
2. - Evitar el sombreado excesivo usando malla que deje pasar la mayor cantidad de luz que sea posible y remover ramas que sombreen el árbol.
3. - El anillado maximiza el rendimiento del fruto y especialmente el número de frutos, aunque los frutos estén amarrados, con esto se puede incrementar su oportunidad de sobrevivir.

## 10.2. - Labores de cultivo en plantación.

**Preparación del terreno**, antes de proceder a la plantación debe hacerse una labor de reiteración profunda con el fin de conseguir la pulverización y mullido del terreno para facilitar la penetración del aire y del agua para que todas las raíces puedan extenderse y busquen la humedad suficiente y el alimento.

Dependiendo del terreno y su dureza se realizará con una arado de vertedera o de disco con un tractor que soporte por lo menos el arado y la resistencia del suelo, a una profundidad de 25 a 50 cm.

Si es necesario y el suelo esta muy compacto se puede realizar un **desfonde** por medio de subroturadores o arados topo que son rejas de alta resistencia, efectuando cortes en el terreno de 80 a 90 cm de profundidad y 5 a 10 cm de ancho de separados entre sí. Para esta labor deben emplearse tractores potentes de 100 a 200 Caballos de fuerza, en caso que se requiera llevarla a cabo, debe realizarse antes de la reiteración, la cual, debe realizarse unos 3 ó 4 meses antes de preparar los hoyos que van a contener las plantas.

El tipo de plantación que se realizará se debe basar principalmente en la inclinación del terreno.

Lo ideal en un terreno propio para el cultivo del aguacate es una inclinación menor al 3%, ó sea una diferencia no mayor a 3 m por cada 100 m de longitud, en este caso, el tipo de plantación se podría realizar de la manera geométrica que se desee. sin embargo debe realizarse una **nivelación** previa suprimiendo las alteraciones que pudieran presentarse en el terreno y procurando que las líneas de plantación sean

perpendiculares a la línea máxima de la pendiente para evitar erosiones al regar, o cuando las precipitaciones son excesivas.

Si la pendiente está entre 3 y 12 % deberán realizarse bancales de alturas sucesivas siguiendo las curvas de nivel de manera que se transforme el terreno en un escalonado.

En el caso de que el desnivel sea mayor al 12% se deberán construir terrazas siguiendo las curvas de nivel y, esto se realizará en el período más seco para que cuando llegue el tiempo húmedo se afirme el suelo y puedan corregirse los defectos que se pudieran presentar, antes de la plantación. Estas últimas y los terraplenes deben tener un ancho de 8 a 10 m para el perfecto desarrollo del árbol y para que puedan realizarse las labores de cultivo necesarias; deben tener una inclinación hacia el interior y salidas de drenaje para evitar la erosión por la lluvia.

**Los canales de riego** dentro de la plantación deberán tener una pendiente de 1 a 1.5 % para conseguir una eficaz distribución del agua, pues ésta no debe ser muy acelerada para evitar la erosión.

Se debe orientar la plantación fuera del alcance de los vientos fuertes, fríos y desecantes; Si no fuera posible, se ubicarán cortinas rompevientos con árboles que eleven los vientos a una altura tal que no afecte la plantación..

**Las cortinas rompevientos** se ubican de manera perpendicular a los vientos dominantes esto es para:

1. - Evitar el rameo o movimiento brusco de las ramas que ocasiona la pérdida de la calidad en los frutos.
2. - Evitar la inclinación de los árboles y con esto se evita la rotura de ellos o de sus ramas y la caída de las flores y frutos.
3. - Disminuyen la evapotranspiración y los riesgos de heladas.

Pero también tienen aparentes desventajas como:

1. - Se tiene suelo desperdiciado en árboles improductivos.
2. - Se establece una competencia de estos árboles con los frutales, pero se puede evitar cortando las raíces próximas al huerto.
3. - Pueden ser hospederas de plagas y enfermedades comunes a la plantación y deben controlarse.
4. - Las cortinas pueden incrementar la temperatura en verano y disminuirla en invierno si es muy cerrado el cerco, por lo que se deberá dar una salida natural al

viento.

Se recomienda solo realizar una cortina que filtre el viento, no que impida su paso, y utilizar especies de crecimiento rápido, rústicas y de hojas perennes como serían la casuarina, eucalipto etc.

**Acondicionamiento del terreno:** Para mejorar las condiciones del terreno y optimizar las labores de plantación, se realizan labores de despedregado, retirando las piedras que pudieran aparecer con una labor de subsoleo.

**Desalado:** Se corrigen con fuertes riegos, se drenan las sales bajando la concentración de estas en el suelo, o se pueden implantar cultivos correctores que al final aportaran también materia orgánica al perfil agrícola.

**Acondicionamiento del drenaje:** Solo en caso de existir lugares que se inundan, esto se realiza con subsoleadoras que realicen canales de desagüe en suelos que se encuentren compactados por labores intensivas con maquinaria. Cuando el terreno ha sido utilizado intensivamente, antes de la plantación se recomienda dejarlo descansar en barbecho un año ó dos para que recupere su fertilidad y aireación, o también se pueden realizar cultivos con vegetales que incorporen materia orgánica y nutrimentos al suelo como serían leguminosas y crucíferas, si existiera *Phytophthora cinnamomi*, no se deben establecer plantaciones de aguacate.

**Determinación del tipo de plantación.** De acuerdo a las necesidades y características del suelo se pueden realizar los tipos de plantación siguientes con sus respectivas características.

1. - Marco real. En cuadrado ó en rectángulo, éste ultimo trae un rendimiento menor por planta pero mayor por hectárea pues aumenta el número de árboles. Se recomienda cuando los árboles son de porte pequeño y no los criollos que crecen de manera exuberante.

En un marco real rectangular las labores con maquinaria son menos que en el cuadrado por la separación entre árboles, las malezas en estos espacios se controlan con herbicidas aunque existe la posibilidad de que la sombra dada por la cercanía de los árboles se encargue de eliminarlas, de acuerdo a las distancias implicadas la cantidad de árboles es

Distancia (m)	Árboles /Ha
6 x 6	277
7 x 7	204
8 x 8	156
9 x 9	123
10 x 10	100
11 x 11	82
12 x 12	69

En general los árboles adultos necesitan marcos de 8 x 8 a 12 x 12 , esto se puede corregir posteriormente realizando aclareos cuando se crea que la densidad de plantación es mucha, pues todo depende del tipo de variedad elegida y el inicio del producción que se tenga.

La asociación de cultivos mientras la plantación empieza a producir, puede ser una buena opción para reducir los costos iniciales p.e. plátano.

2. - Tresbolillo. Con este tipo de plantación se incrementa un 15% la densidad de árboles por hectárea con respecto al marco real, siendo el número de árboles / ha los siguientes

Distancia (m)	Árboles /Ha
6 x 6	319
7 x 7	235
8 x 8	180
9 x 9	142
10 x 10	115
11 x 11	94
12 x 12	79

Esto se debe a que tres árboles entre sí forman un triángulo equilátero en el que la distancia entre plantas son iguales en cualquier sentido y la distancia entre hileras es menor respecto a la anterior. Este sistema se utiliza en terrenos llanos y permite una mejor distribución y el uso racional de la superficie.

3. - Método de terrazas. Este se aplica en terrenos con mucha pendiente y de acuerdo a las curvas de nivel, pudiendo ser individuales para cada árbol ó continuas.

## Plantación

La **dimensión de la cepa** es de 80 x 80 x 80 y en su construcción se utilizará un implemento llamado escatillón que permite de acuerdo a las líneas de trazado de la plantación centrar exactamente la planta y quedando esta sujeta para incorporarle la tierra; de acuerdo al tamaño de la planta, la cepa será cubierta con tierra hasta una altura que permita colocar el cepellón sobre ella y que quede a su nivel de siembra el cual debe ser el mismo que tenía en el semillero.

Los riegos de las plantas deben ser diarios durante la primera semana, a partir de la segunda se harán cada tercer día y pasadas tres semanas los riegos se aplicarán cada 15 días a menos que exista suficiente humedad en el suelo.

Se les debe proteger de la insolación con una cubierta de papel grueso blanco o color claro hasta 20 cm y conviene cubrir el cajete con hierba seca para prevenir la evaporación, los árboles que mueran, deberán ser sustituidos inmediatamente, pero si la mortandad es mayor al 5% querrá decir que la plantación fue defectuosa.

Las **labores culturales** que requiere la huerta pueden clasificarse en cinco grupos (Solares, 1982).

1. - Conservación del suelo, que estudia los sistemas de cultivo que defienden el suelo de la erosión pluvial y eólica.
2. - Mantenimiento de las condiciones físicas del suelo que lo hacen apto para la vida del aguacate y que propician la absorción de los principios nutritivos.
3. - Conservación de las condiciones químicas del suelo y mantenimiento de los principios nutritivos a niveles que permiten al aguacate superar cada una de sus fases vegetativas.
4. - Trabajos aplicados directamente a las plantas como son las podas, la cosecha, embalaje y conservación del fruto.
5. - Defensa de las plantas ante los ataques de sus enemigos naturales; heladas, plagas y enfermedades (ver plagas y enfermedades).

A continuación se detallan los grupos anteriores.

1. - Conservación del suelo.

Protección contra erosión eólica con cortinas rompevientos o forestales.

Formación de terrazas y surcos en contorno en terrenos con mucha pendiente.

Protección contra la erosión pluvial.

- no se realizaran trabajos de preparación del terreno en tiempos de lluvias o con

riegos.

- Cubiertas del suelo con paja en épocas de lluvia y después es enterrada con laboreo manual.

## 2. - Mantenimiento de las condiciones físicas del suelo.

- La competencia de las plantas superficiales en la plantación, promueven que las raíces del árbol sean superficiales y por lo tanto proporcionan anclaje deficiente, mala nutrición, dificulta las labores superficiales como son mullido del terreno pues se tiende a dañar las raíces con esa práctica que es necesaria para la aireación del suelo y facilitar el abonado del terreno; estos dos trabajos se pueden realizar al mismo tiempo.

Para airear los estratos inferiores del terreno hay que mullir la superficie del suelo en diferentes momentos.

2.1. - Dentro de los primeros cuatro años de vida de la planta, se puede mullir el terreno al momento de voltear y enterrar los cultivos de cobertura, por medio de un tractor ligero equipado con discos lo menos profundo posible. En todas las labores al suelo se debe tener cuidado con la "zona de goteo" que indica la zona teórica de crecimiento radicular y por lo tanto no se debe cruzar, pues ahí se localizan las raíces jóvenes encargadas de la nutrición.

2.2. - Cuando no se puedan realizar las labores con maquinaria se realizarán a mano con machetes y con los azadones removiendo la capa superficial alrededor de la zona de goteo; esto se aplica también en el sistema de labranza cero.

Se tratará que la zona de goteo sea lo más protegida posible y todas las actividades se realicen fuera de ella. El paso del hombre, animales o maquinaria estará prohibido.

- Abono del suelo. La materia inorgánica en solución es muy importante para éste cultivo por eso se recomienda la aplicación de abonos orgánicos que favorezcan su aprovechamiento.

2.3. - El agua de lluvia y de riegos que profundiza en el suelo se puede localizar en tres formas:

a) Agua gravitacional. La que desciende con rapidez en sentido vertical de acuerdo a la estructura del suelo.

b) Agua higroscópica. Es el agua retenida entre las partículas del suelo rodeándola y no es utilizable en la nutrición vegetal.

c) Agua capilar. Es el agua capilar que al ponerse en contacto con los compuestos químicos del suelo forma las disoluciones nutritivas.

La aplicación de los abonos al suelo tiene como fin mantener un elevado coeficiente de humedad que facilite la formación de disoluciones nutritivas, sin que presente peligro de humedad excesiva que caracteriza a los cuerpos inorgánicos que compacta el suelo.

2.4. - La fertilización química en el aguacate es altamente costosa, y si esta se lixivia por acción del agua se pierde parte de las ganancias, esta arrastra en su caída los fertilizantes fijándolos en los estratos inferiores donde no son alcanzados por las raicillas, la presencia de abundante materia orgánica impide la percolación de estos y favorece la absorción inmediata.

2.5. - Se ha comprobado que el nitrógeno es altamente necesario en la etapa de crecimiento y por ello se recomienda el establecimiento de coberturas vegetales leguminosas o aplicarles abonos en gran cantidad dos veces al año. Cuando existen cultivos de cobertura se recomienda aplicar 1 ó 2 toneladas de estiércol de bovino por hectárea y cuando no los hay, aplicar 2 a 3 toneladas por hectárea dos veces al año.

3. - Conservación de las condiciones químicas del suelo y mantenimiento de los principios nutritivos

3.1. - Riegos.

El agua es indispensable en cualquier cultivo puesto que constituye en mayoría el protoplasma celular, es el vehículo de los principios nutritivos y es el disolvente de las sustancias químicas que existen en el suelo.

Se tiene que prever que el agua éste disponible pero no en exceso, gran parte de la lluvia y el riego se pierde por gravitación, otra parte se estaciona como agua capilar, se evaporará durante el día y contribuye a la formación de la humedad atmosférica, cuando es excesiva la evaporación de agua capilar, se empieza a evaporar el agua higroscópica y empieza el marchitamiento de las plantas.

Los riegos deben ser tan frecuentes como sean necesarios pues no es posible determinar las fechas precisas, ya que estas dependen de la estructura y textura del

suelo, las condiciones de lluvia y el tipo de raza plantada.

La raza antillana se cultiva en regiones donde la lluvia es constante todo el año y seguramente la necesidad de riegos es muy escasa.

La raza guatemalteca se cultiva donde se presentan ocasionalmente periodos de sequía y por esto se hace conveniente instalar un sistema adecuado de riego.

La raza mexicana se cultiva donde están perfectamente definidos los periodos de lluvia y sequía por eso se deben instalar sistemas de riego.

Cada vez que se note que el suelo presenta pérdida de humedad, se aplicará un riego, el cual nunca será por anegamiento del campo sino por aplicación corta y directa del agua a la zona radicular.

Los sistemas de riego recomendados son los siguientes:

a) Riego por surcos: Se emplea preferentemente en suelos planos o ligeramente inclinados, estos no pasarán por la zona de goteo del árbol.

Es conveniente que el surco no tenga más de 400 m de longitud, pues si son demasiado largos existe mucha penetración en los primeros árboles.

Se trazan los surcos en las entrelíneas del cultivo para que se riegue por los dos lados a la vez. Cuando el suelo esté ligeramente inclinado, se realizarán los surcos en zigzag para evitar la erosión.

b) Riego por canales de distribución: Para evitar el desperdicio de agua en los surcos, se puede canalizar el agua y alrededor de cada árbol se hace un cajete con los bordes fuera de la zona de goteo y el agua es conducida por un canal principal, el agua se desvía hacia los cajetes, y en cuanto están cubiertos se deriva el agua a otros cajetes.

c) Riego por aspersión: El equipo de riego por aspersión es costoso pero por su larga vida, efectividad y por no requerir gran cantidad de gente, a la larga resulta económico. El sistema de irrigación estará compuesto por dos compartimentos; uno servirá para la sedimentación de los cuerpos gruesos que pueda llevar el agua y el otro recibirá el agua libre de basura por medio de una unidad filtrante. De este compartimento sale una tubería alimentadora a la que se conectan los tubos de distribución que cruzan por las entrelíneas de plantación. De la tubería de distribución parten, perpendicularmente, los tubos de servicio a los que se conectan los chiflones. Con esto no existe erosión por la finura de las gotas, y se puede regular la salida del agua en los chiflones dependiendo del tiempo de riego o por la

cantidad de humedad que se aprecie en el suelo.

d) Riego por goteo. Este es el sistema más apropiado para el aguacate, pues no importan las condiciones topográficas del terreno; básicamente consta de un tanque de depósito y sedimentación, el cual está dividido en dos compartimientos separados por una unidad de filtración inmediata. Del tanque sale una tubería que se ramifica en tuberías de distribución tendidas a lo largo de las líneas de plantación; en un lugar cercano al sitio donde se encuentra el árbol, se instala una válvula reguladora de la que parten los goteros, que serán colocados en la zona de goteo del árbol y equidistantes uno de otro. En los dos primeros años de vida en la huerta es suficiente un gotero, de los dos a cinco años se colocarán dos goteros y de ahí en adelante se contará con seis u ocho goteros. los goteros se gradúan manualmente y se considera suficiente que cada gotero deje caer una gota por segundo; el sistema puede instalarse casi superficialmente en sus tuberías alimentadoras y distribuidoras; los goteros se colocan sobre la superficie y se les revisa una vez a la semana.

Los sistemas de aspersión y por goteo son los que más se recomiendan para irrigar la plantación, si la plantación está en una zona que requiera de riego.

### 3.2. - Fertilización.

Se dá el nombre de nutrimentos vegetales a los principios químicos que intervienen en la formación de las células y de los tejidos, esto es, a todos los elementos simples que la planta absorbe, asimila y transforma en materia orgánica.

El aguacate no debe ser fertilizado durante el período de germinación, pero a partir del trasplante ó desde el momento que alcanza los seis meses de edad, debe iniciarse un plan metódico de fertilización y abono.

En general las plantaciones de aguacate criollo no se fertilizan puesto que los suelos son húmicos y no se establecen normas estrictas de cultivo

Podemos enumerar las siguientes **normas generales**.

1. - Todo suelo de cultivo aguacatero debe ser abonado con abundante materia orgánica por lo menos en dos ocasiones al año.

2. - Los árbolitos en su etapa de crecimiento no reciben potasio, pues si existe bastante materia orgánica lo aprovechan de ella para su desarrollo normal. Pero si se debe dar a las plantas un poco antes de que inicien la producción.

El fruto del aguacatero presenta un contenido muy alto de ácido fosfórico y de potasio; cuando la fructificación es abundante, estos elementos se desplazan de las reservas foliares y leñosas para satisfacer la demanda temporal de los frutos; esta disminución de las reservas ocasiona una reducción en la producción de hidrocarburos que la planta almacena para la formación de yemas vegetativas y florales; esto puede ser la causa de la alternancia o vecería dónde no se realiza una fertilización constante que mantenga las reservas en niveles uniformes.

#### 4. - Podas

Es conveniente realizar podas para lograr un adecuado crecimiento, estimular la producción y mantener una estructura fuerte y vigorosa del árbol, es deseable que el aguacate tenga una copa circular aplastada y dirigida hacia los lados, de altura limitada que facilite las aspersiones antiparasitarias y la cosecha.

La poda al suprimir ramas, reduce el área de fructificación; al despojarlo de parte de sus hojas, disminuye su capacidad elaboradora de alimentos; y si se aplica la poda a la reducción de tamaño del árbol, modifica sus hábitos vegetativos y productivos. Por estas razones solo se aplica en casos específicos y siempre con mucha cautela.

Los diferentes tipos de poda son:

- 4.1. - Poda de siembra.
- 4.2. - Poda de formación.
- 4.3. - Poda de producción.
- 4.4. - Poda de saneamiento.
- 4.5. - Poda floral.
- 4.6. - Aclareo de frutos

4.1. - La poda de Siembra es llevada a cabo cuando se traslada la plántula a la plantación y se realiza cortando el tallito a dos o tres centímetros de su parte más alta para garantizar su rebrotación.

4.2. - La poda de formación se realiza solo en caso que el árbolito presente ramificaciones secundarias que pudieran dificultar las labores, estas ramas se le

cortarán en el punto de inserción, cuando se descubre una deformación en el tronco en el periodo de crecimiento, se corrige cortando el tallo a la altura en que principia el defecto.

4.3. - La poda de producción elimina ramas internas, laterales y externas, que son improductivas y que puedan estorbar a la producción, evitando también con esto los traslapes con ramas continuas. Aquí se eliminan las ramas bajas que impidan el paso de los aperos de labranza, pero se debe tomar en cuenta que las ramas bajas son zonas de fructificación posible y es más económico realizar la cosecha en ellas. La poda de ramas altas se debe realizar con mucho cuidado pues la eliminación vigorosa de ellas ocasiona un elevado crecimiento vegetativo del árbol retrasando el tiempo de producción colocando a la planta en su etapa juvenil.

Solo en caso de crecimiento exagerado que incremente los costos de la cosecha se acepta la poda de ramas, siempre y cuando se realice de manera escalonada y no todas a la vez.

4.4. - La poda de saneamiento se realiza con el fin de eliminar ramas viejas, enfermas y secas que ya no son productivas y que contrariamente a eso, puede provocar problemas fitosanitarios, ya que la mala aireación en el interior del árbol puede ocasionar la proliferación de hongos.

4.5. - La poda floral se realiza cuando los árbolitos ensayan la floración y fructificación dentro de los 3 ó 4 años, pues se ha comprobado que los árboles que fructifican prematuramente presentan una tendencia al enanismo.

4.6. - El aclareo de frutos se está llevando en la creencia que la gran cantidad de frutos en la planta, genera el fenómeno de alternancia lo cual se puede corregir con una adecuada fertilización, este aclareo se realiza quitando los frutos más pequeños y los mal formados, pero solo se recomienda cuando las ramas estén muy cargadas de frutos y exista peligro de rompimiento.

Los instrumentos que se utilicen en los trabajos de la poda deben estar perfectamente limpios y afilados.

Los cortes se realizarán siempre en línea a la madera y serán rectos, solo en los tejidos jóvenes se harán en bisel, para podar tejidos tiernos se utilizarán tijeras de podar, y en madera se utilizará segueta o serrucho de diente fino, o sierra eléctrica; los cortes serán siempre pegados al tronco, para la protección de las heridas se utiliza un sellador frutícola comercial para evitar infecciones o ataque de insectos.

## 11. - SELECCIÓN DEL FRUTO

Durante la fase de multiplicación celular y la elongación del fruto, éste hace acopio de reservas alimenticias bajo la forma de ácidos orgánicos y taninos, posteriormente se inicia el proceso de diferenciación conocido con el nombre de maduración.; esto es cuando el fruto deja de almacenar materiales hidrocarbonados y cesa el proceso nutritivo del fruto; pero éste sigue respirando tomando el oxígeno del aire que lo rodea, y el oxígeno al ponerse en contacto con las sustancias de reserva, produce oxidaciones que transforman los taninos y los ácidos orgánicos en grasas, almidones y azúcares.

En el momento que llega el proceso de diferenciación se le conoce como madurez fisiológica la cual tiene dos etapas, la primera es cuando el fruto detiene su crecimiento y la segunda es cuando la cáscara empieza a tomar el color característico de la variedad, cuando se transforman las materias de reserva en grasas, almidones y azúcares se le conoce como madurez comercial llegando a su punto óptimo de consumo; esto es cuando el aguacate presenta el color uniforme de la variedad y se muestra consistente, posteriormente viene el proceso de descomposición del fruto cuando pierde su consistencia.

No existe un tiempo para cosechar homogéneo para todas las variedades, pues cada una tiene un comportamiento de floración y fructificación lo que nos lleva a decir que se debe conocer el tiempo que transcurre entre la madurez fisiológica y la madurez comercial de la variedad que se haya plantado.

Si la variedad es de madurez temprana, se cosechará en la primera fase de la maduración fisiológica cuando el mercado de consumo es lejano; pero si es enviado a un mercado cercano, se le cosechará en la segunda fase de la madurez fisiológica.

Los frutos de maduración tardía pueden permanecer en el árbol de 30 a 60 días sin que presenten la madurez comercial; esto permite que se comercie en el momento en que reditua mayores beneficios económicos.

Entonces de acuerdo a lo anterior, la cosecha del aguacate en general se inicia una vez que el fruto alcanza el estado de madurez fisiológica, conocido como 3/4 de sazón. El momento del corte ó índice está determinado generalmente por el color del fruto, dependiendo de las condiciones del mercado, pudiendo dejar el fruto en la planta por varios días de acuerdo al tipo de maduración.

La cosecha generalmente se realiza con tijeras para la fruta que se encuentra al alcance de la mano y con gancho para los frutos más altos, pudiendo ser éste de bolsa o sin ella, este último tiene el inconveniente que la pulpa puede presentar roturas y magulladuras. También se utilizan escaleras y en algunas regiones de España y Estados Unidos las escaleras o elevadores eléctricos.

Al realizar el corte del fruto se deben dejar de 3 a 5 milímetros de pedúnculo a los frutos para dar fe de su frescura y prevenir incidencias de enfermedades en el almacenamiento.

La fruta cosechada se coloca en cajas de plástico, rejas de madera o costales para ser transportada. Para cuando la fruta se envía a la empacadora se tiene el proceso siguiente:

1. - Se pesa la carga al llegar a la empacadora.
2. - Se vacía la fruta en la tolva, el volteo de la caja debe realizarse de manera que el fruto no se golpee.
3. - Lavado, desinfección y en algunos casos, secado y cepillado.
4. - Clasificación y selección de la fruta por peso, tamaño, y daños que pudiera presentar.
5. - Empaque y verificación del peso del fruto en las cajas.

Cabe señalar que aquí no se reporta el encerado pero se debe tomar en cuenta su realización antes que se empaque para incrementar la conservación del fruto.

El transporte del fruto a las centrales de abasto del mercado se efectúa en camiones o trailers. Si el fruto es 3/4 sazón podrá llegar sin problemas de maduración.

### **11.1. - Almacenamiento y comercialización.**

Cuando la fruta no se vende por ser baja la demanda, se almacena en cámaras de refrigeración con temperaturas variables dependiendo de la variedad de 4 a 7 °C durante 15 a 20 días pero cuando se trata del mercado exterior es necesario conocer el periodo de duración del viaje en transporte del lugar de producción al de comercialización, así mismo se requiere maquinaria adecuada para su selección y

empaque, así como de cámaras de preenfriamiento y refrigeración que permitan manejar adecuadamente la fruta.

El almacenamiento ejerce una influencia estabilizadora en los precios y permite el empleo más eficaz de los servicios de mercadeo, por el contrario la falta de almacenamiento puede ser causa de grandes pérdidas por la descomposición del producto, su merma y las fluctuaciones de precios.

11.2. - Los **tipos de almacenamiento** pueden ser:

Natural

- Retención del fruto en el árbol, puede permanecer hasta el punto de madurez de consumo.

Artificial

- A temperatura ambiente
- Refrigerado
- Con atmósfera controlada (criogénicos nitrógeno líquido, CO<sub>2</sub> sólido etc.)

Donde se debe tener en cuenta:

- Temperatura ambiente
- Humedad relativa
- Compatibilidad entre cargas mixtas
- Concentración de gases O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> etileno
- Grado de perecimiento del fruto

La fruta se cataloga de acuerdo a calibres, los de exportación son los siguientes.

Peso (gr)	Número de frutos por caja.
350	18
300	20
250	24
190	30

Se empaca también de acuerdo al calibre y tamaño indicado (peso del fruto y número de frutos que debe contener la caja de empaque) se almacena en cámaras de refrigeración hasta que lleguen los contenedores que transportaran el fruto hasta el barco, en éste el fruto deberá continuar bajo temperatura de refrigeración hasta

llegar a su destino de comercialización.

Los factores que influyen en la calidad de acuerdo a los requerimientos de la agroindustria para las frutas son:

**Calidad (características)**

- Sensoriales
  - color
  - textura y consistencia
  - forma y tamaño
  - sabor
  - defectos
- Ocultas
  - valor nutritivo
  - toxicidad
- Cuantitativas
  - rendimiento de la variedad
  - rendimiento del producto terminado

**Calidad (factores que influyen)**

- Variedad
- Maceración y madurez
- Cultivo y ambiente
- Manejo postproducción

Por ejemplo con el aguacate se elabora puré congelado de exportación, y se requiere para ello variedades que tengan poco cambio de color en el proceso.

Las actividades de acondicionamiento del aguacate son necesarias para su mejor presentación y conservación por lo que es bueno que se conozcan y se lleven a cabo para una mejor comercialización del producto.

**Operaciones básicas (ordinarias)**

- Limpieza
- Selección
- Clasificación
- Envasado

**Operaciones especiales**

- Preenfriamiento

- Maduración
- Curado
- Aplicación de películas protectoras
- Tratamientos para el control de enfermedades postcosecha
- Fumigaciones
- Tratamientos para el control de desordenes fisiológico

Para protección y conservación del fruto se sugiere utilizar la cera de candelilla, cubriendo los frutos con ella se disminuyen notablemente las pérdidas fisiológicas de peso y se incrementa la preservación, así como la resistencia al ataque de patógenos, principalmente fungales que ocasionan pudriciones, siempre y cuando previamente al encerado se realice una desinfección de los frutos.

La antracnosis es una pudrición causada por un hongo y esta es la principal enfermedad que ataca al fruto después de la cosecha, esta se desarrolla durante el ablandamiento de los frutos sin mostrar síntomas en el campo o al momento de la cosecha.

El patógeno puede penetrar aprovechando los daños mecánicos, los causados por insectos o a través de aberturas naturales, sin embargo se ha demostrado que no es necesaria la presencia de heridas o aberturas para que se presente la infección pues puede ser causada por infecciones latentes ocurridas durante el periodo de desarrollo del fruto.

La temperatura favorable para éste patógeno es de 18 a 25 °C y alta humedad relativa 80%, por lo que se debe tener cuidado en controlar tales factores.

El aparato de distribución y comercialización se caracteriza por la existencia de una densa red de intermediarios y transportistas que se apropian de una importante porción del valor final de los productos que manejan, deprimiendo los precios que obtienen los productores y aumentándolos para los consumidores.

### **11.3. - Nota especial.**

**En el mes de noviembre de 1997 se abrió la frontera de comercialización del aguacate mexicano a Estados Unidos de América y fue la Comisión del Aguacate en California por medio de Thomas Bellamore vicepresidente ejecutivo que dio la noticia.**

**Después de 83 años** de no poder exportar a este país por cuestiones de sanidad, los productores de aguacate de Uruapan, Michoacán recibieron el comunicado como un premio a sus esfuerzos constantes de cultivar con calidad y sanidad sus frutos. Inmediatamente se mandaron al vecino país los primeros trailers y se espera una derrama económica de 160 millones de pesos en los primeros 4 meses.

El mercado al que se van a exportar corresponde a los estados de la costa éste de la Unión Americana, y la variedad que se llevará es la Hass.

Cabe señalar que México es el primer productor de aguacate en el mundo, seguido por Estados Unidos, Brasil, y República Dominicana.

El aguacate en México ocupa el sexto lugar en volumen de producción, seguido por la caña de azúcar, naranja, plátano y limón; es el cuarto lugar en superficie cosechada, séptimo en valor de la producción, y octavo en consumo per cápita.

El 60% de la producción aguacatera en México es de la variedad Hass, siendo Michoacán el principal productor con el 80% de la producción con 800 mil toneladas al año, pero el 97% de la producción en México se dedica al consumo a nivel nacional.

En 1996 se exportaron más de 50 mil toneladas de aguacate fresco a Europa, Japón y Corea, y más de 20 mil toneladas de pulpa congelada.

Con las exportaciones que se realicen se verán beneficiados 120 mil productores. Los productores de Aguacate de California no tienen miedo a la competencia en cuanto a calidad de los frutos, sino a la posibilidad que se tiene de importación de plagas nuevas o más feroces en cuanto a su ataque, por eso mostraron su inconformidad y preocupación, esta es una actitud que se debe asumir en cualquier tipo de cultivo en todos los países importadores, y los países exportadores deben asumir la responsabilidad de respetar las reglas de sanidad a nivel internacional.

Pero con la experiencia de los conocedores se dice que Estados Unidos de América, establece y retira los embargos a cualquier tipo de producto de los países con los que comercializa, que en cualquier momento puede establecer otro embargo como protección de los productores locales, por esto no se debe tomar como un triunfo permanente, sino como algo pasajero y no supeditarse al mercado de ese país y seguir buscando nuevos importadores, para prevenir posibles cierres de las fronteras al aguacate.

## 12. - CONCEPTOS DE AGRICULTURA SUSTENTABLE

Las sostenibilidad o sustentabilidad se refiere a la capacidad de un agroecosistema para mantener la productividad a través del tiempo, así como también para enfrentar los limitantes ecológicos y perturbaciones y además de las presiones complejas del contexto socioeconómico.

12.1. - El contexto de sostenibilidad incluye lo siguiente:

1. - Una dependencia baja de insumos externos e introducidos.
2. - El uso de recursos locales y renovables.
3. - Impactos benignos o beneficios sobre el medio ambiente.
4. - Adaptación a tolerancia a las condiciones locales, sin depender mucho de la alteración o control del medio ambiente.
5. - El mantenimiento de la capacidad productiva a través del largo plazo.
6. - Diversidad biológica y cultural.
7. - Conocimiento y cultura de los habitantes locales.
8. - Cantidades suficientes de productos de uso doméstico y para el mercado.

(Ferrare et al, 1993).

La aplicación de estos factores ha sido necesaria por la experiencia de degradación de los recursos, suelo, agua, atmósfera que se están sufriendo actualmente, y es necesaria la recuperación de ellos o por lo menos la conservación de los que existen a nivel mundial.

Esto se puede lograr siempre y cuando los recursos humanos que intervienen en los sistemas de producción a nivel comercial y de autoconsumo, tengan la conciencia de que los recursos naturales que se tienen para la producción agrícola son finitos y tienden a degradarse con el uso indiscriminado de técnicas que fomentan tales situaciones.

El uso de fertilizantes en dosis adecuadas, la asociación de cultivos compatibles para la utilización y cobertura óptima del suelo, el aprovechamiento de la cobertura vegetal nativa, la disminución de la fuerza de los vientos, la aplicación de abonos verdes, la aplicación de materia orgánica a los suelos, aplicación de métodos de cultivo de acuerdo al nivel del terreno, la utilización del control biológico, utilización de sistemas de riego adecuados a la región y de acuerdo a las necesidades de las plantas, utilización de pesticidas biodegradables y que no dañen

la fauna natural, eliminación de residuos contaminantes provenientes de las labores de cultivo, aprovechamiento del material vegetal criollo para la selección de especies productoras y la utilización de cultivos de cobertura en las zonas de pendiente pronunciada para evitar erosión, son algunas prácticas que se pueden llevar a cabo para prevenir la degradación del suelo y la contaminación de los mantos acuíferos; con esto también se evita alterar la fauna natural y aprovecharla a favor del sistema pues no se olvide que algunas especies de insectos de manera particular son necesarios para una efectiva polinización de las plantas y la ausencia de ellos modifica las condiciones de diversidad vegetal.

El entendimiento de que un sistema agrícola es un todo que funciona de acuerdo a sus componentes y que estos le dan la caracterización de comportamiento, además que la presencia o ausencia de algunos de sus subsistemas influyen en todos los demás aun cuando el sistema persista, traerá como consecuencia la preservación de las especies y su hábitat.

La concepción holística (comportamiento como un todo) de los sistemas agrícolas, puede prevenir la incidencia de plagas y enfermedades de manera que no sea significativo su ataque en la merma de la producción final. Pues si existe un desbalance en los integrantes de un subsistema éste tiende a incrementar su acción donde se apareció dando como resultado la proliferación de la especie donde exista menor resistencia para su desarrollo.

Nuestra sociedad actual se caracteriza por ser una consumidora excesiva de energía en sus actividades diarias y esto se prolonga a todos los niveles, la agricultura no es la excepción pues la energía utilizada para realizar los trabajos agrícolas se ha visto a través del tiempo influenciada por la utilización de energéticos derivados del petróleo, utilización de implementos mecánicos automotrices, aplicación de pesticidas derivados del petróleo, utilización de sistemas computarizados para el control de riegos y dosificación de nutrientes, etc. Esto trae como consecuencia la dependencia de la agricultura a la existencia de combustibles fósiles, y la existencia de energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas que apoyan la producción. Lo que a largo plazo disminuye la eficiencia energética de los sistemas productivos.

12.2. - Algunas de las prácticas que se utilizan actualmente para la conservación de los recursos son.

1. - Mantenimiento de la fertilidad del suelo, principalmente basado en la

conservación de su cantidad en humus la cual proporciona la fertilidad; al agregar materia orgánica al suelo, no solo se está agregando eso, sino que es un cultivo de vida microbiana que ayuda a la síntesis de los nutrimentos. La aireación y mineralización del sustrato para que se puedan desarrollar óptimamente las funciones de traslado de nutrimentos y organismos microscópicos, la combinación de materia y energía forma un sistema balanceado donde se puede desarrollar la vida y tomemos en cuenta que la planta es un ser vivo que se conserva sano cuando esto sucede.

2. - La identificación de malezas dá como resultado que se conozcan las condiciones adversas o favorables del suelo o de la microregión lo cual se puede aprovechar para aplicar algunas técnicas de mejoramiento del suelo y prevención de incidencia de factores adversos para nuestro cultivo como son, acidez, alcalinidad, baja fertilidad, etc.

3. - Aplicación de abonos orgánicos y compostas, estos mantienen la fertilidad en el terreno, pues los microorganismos tienen un ambiente óptimo de desarrollo, se incluye en esta categoría la vermicomposta que es la utilización de las lombrices en la degradación de los desechos orgánicos pasa así producir un abono de alta calidad en un corto periodo (se ha utilizado *Eisenia foetida* ó lombriz roja de California).

4. - Utilización de materiales obtenidos a partir de estiércol y agua, vía un digestor donde se realiza la digestión anaeróbica que dá al estiércol características de fertilidad superiores a los materiales originales.

5. - Control de plagas y enfermedades de acuerdo a las características que presentan las especies que se tienen en la plantación, así como el control de la biodiversidad tanto en las variedades como en las especies vegetales que acompañan al cultivo para asegurar la alta proporción de insectos entomófagos con respecto a las especies plaga. La utilización de recetas tradicionales en algunos lugares del país como extractos de ajo, chile, clavo, tabaco, cebolla y otros para repeler el ataque de plagas tratando de eliminar con esto el uso de pesticidas sintéticos.

6. - Manejo del agua de manera que ésta no tenga efectos erosivos en el suelo; se maneja el escurrimiento del agua desviando las corrientes por las laderas, reduciendo su fuerza de desplazamiento y pudiendo tener con esto sistemas de captación para la utilización posterior del agua en épocas de sequía y no depender absolutamente del periodo de lluvias.

7. - La conservación de la vegetación nativa y reemplazamiento inmediato de las especies que se pudieran extraer de algunos sistemas como el bosque o la integración de especies vegetales que coadyuven a la conservación de los recursos protegiendo la erosión incrementando la retención del suelo.

8. - Incrementar la educación y concientización de los recursos humanos para que vean a la agricultura no solamente como una oportunidad de extracción de productos, sino como un ambiente de distribución e interacción de especies vegetales y animales donde el flujo de nutrimentos y energía debe darse de manera óptima; estas especies merecen el respeto y consideración para su desarrollo, lo que dará como resultado una producción de más calidad y sanidad y donde los productos de alta calidad y sanidad son aceptados en el mercado regional, nacional y mundial como los que superan las expectativas de los clientes.

En resumen, es preciso garantizar que las acciones que se lleven a cabo en aras de la producción de los agroecosistemas dé como resultado un mundo igual o mejor, de acuerdo a las características ecológicas del que recibimos, para heredarlo a los humanos del presente-futuro.

### 13. - CONCLUSIONES

El aguacate ocupa un lugar importante en la producción agrícola del país, por lo tanto se necesitan nuevas técnicas de cultivo para la producción de esta fruta.

Con la información que se tiene en el presente trabajo, se pueden tener las siguientes conclusiones.

- La importancia que tiene la captación de información de la estación climatológica de cada región cada vez es más grande, pues los resultados obtenidos de ella, ayudan a definir si la zona es apta para el cultivo de especies productivas. Y las personas que realizan esta labor deben estar orgullosas de ello, pues en sus manos está en gran medida el desarrollo de la agricultura mexicana.

- El concientizar a cada persona que trabaje en la plantación de que es un engrane fundamental para el logro de una buena producción, y que cada labor que se realiza implica la responsabilidad de su cumplimiento de manera efectiva y con calidad, y es condicionante para el desarrollo de todas las actividades posteriores, además que incrementa con ellas la calidad del producto final, el cual proporcionará dinero y alimento a muchas familias incluyéndose ellos mismos y divisas al país

- La influencia de factores no controlables en el proceso productivo de cualquier cultivo, está dada en su mayor parte por la relación entre los proveedores de insumos, proveedores de información, proveedores de servicios y los comerciantes, los cuales deben tomarse muy en cuenta para minimizar el efecto negativo que pudiera tener en el costo de la producción final en decremento de las ganancias.

- El cultivo del aguacate de acuerdo a la diversidad de condiciones climáticas que tiene México, se puede establecer casi en cualquier lugar del país, siempre que se verifiquen las condiciones de la región donde se piense establecerlo, ayudándose con la información que proporciona la Dirección General de Geografía y Meteorología de la Sagar, ya que esta institución tiene una amplia recopilación de varios años de datos a nivel regional, lo que da como resultado un grado de confiabilidad aceptable para la toma de decisiones.

- La selección de la variedad o variedades del aguacate adecuadas a la región, es determinante para el éxito del cultivo, por eso debe ponerse énfasis en este punto, para tener patrones y planta madre para el injerto con resistencia a condiciones adversas del suelo y clima donde se vaya a cultivar.

- La existencia de variedades polinizadoras en el cultivo del aguacate es indispensable, pues aseguran la formación de frutos y esto dá como resultado un incremento en el producto final, teniendo un margen de éxito mayor que si se prescindiera de ellos.
- El manejo eficiente del agua en el cultivo es muy importante para el aguacate, pues un exceso puede producir pudriciones en la raíz, y la ausencia prolongada produce pérdidas en frutos y plantas; la existencia de riego proporciona seguridad en el control de la humedad en el suelo en periodos de ausencia de precipitación.
- La eliminación de actividades de tecnificación indiscriminada en un cultivo, dá como resultado la optimización de los recursos naturales y el mejor aprovechamiento de la energía natural e incorporada, en aras de una producción de más calidad y de aceptación regional, nacional e internacional.
- La disminución de intermediarios en la distribución del producto, proporciona al productor la oportunidad de incursionar en otros ámbitos del proceso productivo, y tener un mejor control del flujo de comercialización; incrementar su nivel de ganancia y obtener información directa de la aceptación que se tenga en el mercado conforme a las preferencias de distintas variedades.
- El seguimiento de las prácticas de cultivo de manera metódica, puede dar como resultado una plantación redituable, siempre que esto no sea tomado nada más como un proceso de obtención de ganancia monetaria y sí como un proceso donde la conservación y mejoramiento del sistema ecológico donde vivimos sea tomada en cuenta como prioridad en igualdad a la ganancia y de manera sostenible y sustentable.
- La continuidad en las labores a partir de la siembra hasta la cosecha, redituará en la obtención de un producto de calidad comercial, libre de plagas y enfermedades, y este será aceptado en los mercados internacionales
- La apertura del comercio del aguacate mexicano a estados unidos es un aliciente para los productores de Michoacán y debe ser un ejemplo para los demás productores del país para producir frutos con alta calidad y sanidad, y con esto se abran las fronteras de otros mercados con confianza para nuestros productos agrícolas.

## 14. - BIBLIOGRAFÍA

1. - Aceves Navarro Lorenzo A. 1992. Agroclim. Programa de Cómputo Para Determinar y Evaluar Periodos de Crecimiento y Respuestas Fenológicas de Sorgo y Otras Gramíneas. Manual de usuario. Adaptación del INTSORMIL de la Agencia Internacional de Desarrollo (AID). Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 20 p.
2. - Alejo Alonso Felipe y Rubio Salcedo Martín 1988. Selección Preliminar de Plántulas de Aguacatero (*Persea americana* M.) Mexicano en base a su recuperabilidad al descotiledonado y poda Radicular. Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM. 87 p.
2. - Calderón Alcaraz Esteban 1987. La Poda de Los Árboles Frutales. Ed. Limusa, México. 549 p.
4. - Calderón Alcaraz Esteban 1993. Fruticultura General, El Esfuerzo del Hombre, UTEHA, Noriega Editores. México. 763 p.
5. - Ferrare, R. y R. Quintero (EDS) 1993 . Agroecología, Sostenibilidad y Educación, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
6. - FIRA 1992. Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia técnica; Serie Agricultura. Fruticultura. Banco de México, México. 108 p.
- 7.- Fersini Antonio 1975. El Cultivo del Aguacate. Editorial Diana. México. 132 p.
8. - Galán Saucó Víctor 1990. Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos, I. Aguacate-Mango-Litchi y Longan. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 133 p.
9. - García de Mac. Gregor Ma. Enriqueta 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma De México. 245 p.
10. - Grupo Nacional Provincial 1995. Metodología de Análisis y Diseño. Grupo Nacional Provincial. México. 105 p.

11. - Grupo Nacional Provincial 1996. Manual de Gestión Integral de Proyectos. Grupo Nacional Provincial. Manual Computarizado.
12. - Herrera y Marques Luis 1997. Seminario - Taller de Mejoramiento de Procesos. IBM de México - Grupo Nacional Provincial. 150 p.
13. - Ibar Albiñana Leandro 1986. El Cultivo del Aguacate, Chirimoyo, Mango, Papaya. Editorial Aedos, Barcelona. 182 p.
14. - INEGI - CONAL 1997. El Sector Alimentario Mexicano, Edición 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 323 p.
15. - Jiménez Gómez S. 1992. Fertilizantes de Liberación Lenta, Tipos, evaluación y aplicaciones. agroguías mundi-prensa, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 146 p.
16. - Juscafresa Baudilio 1983. Árboles Frutales, Cultivo y Explotación Comercial. Editia Mexicana, México. 381 p.
17. - Lásaro Briones Victoria 1985. Incidencia de Antracnosis (*Colletotrichum geosporoides* Renz) en Aguacate variedad "Hass" Almacenado en Refrigeración y su Relación con el Manejo Cultural de las Huertas en Uruapan Mich. Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM. 75 p.
18. - López Avalos Miguel 1973. Clasificación de los Plaguicidas Empleados en México. Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM 206 p.
19. - López Gracia C., Palau Martín E. 1983. Mecanización de los Cultivos Hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 243 p.
20. - N. Moore James y Janick Jules 1993. Avances en la Genotecnía de Frutales. AGT. Editor. México. 795 p.
21. - Órnelas Rincón Romo Esteban 1988. Estudio Agrotécnico del Aguacate (*Persea americana* Miller) en la República Mexicana. Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM. 92 p.
22. - Project Management Institute Standards Committee 1996. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute. USA. 176 p.

23. - Queralt Gimeno Elvira 1987. El Cultivo Moderno del Aguacate. Editorial de vecchi, Barcelona. 176 p.
24. - Ramírez Garcia Sergio 1986. La Comercialización Frutícola. Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM. 189 p.
25. - Rebour H. 1971. Frutales Mediterráneos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 410 p.
26. - Rodríguez Suppo F. 1982. El Aguacate. AGT Editor, México. 162 p.
27. - SAG 1970. Normales Climatológicas. Dirección General de Geografía y Metereologia. México.
28. - Sánchez Sánchez Oscar 1978. La Flora del Valle de México. Ed. Herrero. México. 519 p
29. - SARH 1982. Ciclos de Cultivos. México. Diagrama Núm. 1 y Núm. 2
30. - Seminario de Titulación Ingeniería Agrícola 1997. Memorias. FES Cuautitlán UNAM.
31. - SEP-Trillas 1982. Manuales de Educación Agropecuaria: Riego y Drenaje. Ed. Trillas, México.
32. - Solares Martín 1985. Técnicas y practicas en el Cultivo del Aguacate. Editores Mexicanos Unidos. Colección agropecuaria, México. 226 p.
33. - Soto Zepeda Ramón Juan 1987. Obtención de Raíces Adventicias en dos Cultivares Injertados de Aguacate (*Persea americana* Mill.). Tesis de Licenciatura, FES Cuautitlán, UNAM. 86 p.
34. - Tamaro. D. 1974. Tratado de Fruticultura. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. Pp 903-904.
35. - Tapia Chavez Jaime 1984. Selección de Tipos Criollos de Aguacate (*Persea americana* Mill.). Tesis de Licenciatura. FES Cuautitlán UNAM. 73 p.

36. - Tisdale Samuel L. y Nelson Werner L. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Montaner y Simon, S.A.. Barcelona 760 p.
37. - Treacy Michael & Wielsema Fred 1996. La Disciplina de los Líderes del mercado. Grupo Editorial Norma. México. 229 p.
38. - Valdés Hernández Margarita 1978. Frutales y Hortalizas que se Explotan en la Región Aguacatera del Edo. de Michoacán. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México. 110 p.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

Descripción de necesidades a cubrir en el proceso de producción del aguacate en cuanto a:

### 1. – Investigación de información

- 1.1. – Clima
- 1.2. – Suelo
- 1.3. – Biodiversidad
- 1.4. – Comunicaciones
- 1.5. – Comercialización y Almacenamiento
- 1.6. – Proveedores de Servicios
- 1.7. – Importancia del cultivo en la región y Nacional
- 1.8. – Costos de Producción
- 1.9. – Métodos de riego a utilizar

### 2. – Selección del material a producir

- 2.1. – Raza y cultivar en patrones y parte aérea
- 2.2. – Métodos de producción
- 2.3. – Necesidades en Infraestructura

### 3. – Implantación

- 3.1. – Labores al terreno y la vegetación nativa
- 3.2. – Establecimiento del Invernadero
  - 3.2.1. – Cultivo de patrones
  - 3.2.2. – Obtención de material vegetativo
- 3.3. – Plantación
  - 3.3.1. – Método de plantación
  - 3.3.2. – Programas de riegos
  - 3.3.3. – Programas de fertilización
  - 3.3.4. – Programas de aplicación de pesticidas o control Biológico
  - 3.3.5. – Programas de podas
  - 3.3.6. – Programas de labores culturales
  - 3.3.7. – Establecimiento de políticas de explotación y mejoramiento del medio ambiente (agua, suelo, planta, atmósfera)

4. – Cosecha
  - 4.1. – Métodos de cosecha
  - 4.2. – Método de traslado a la bodega
  - 4.3. – Selección de tamaños (calibres)
  - 4.4. – Tipos de empaques
  - 4.5. – Tratamientos postcosecha
  - 4.6. – Tipos de almacenamiento
  
5. – Comercialización
  - 5.1. – Modo de comercialización
    - 5.1.1. – A pie de huerta
    - 5.1.2. – Local
    - 5.1.3. – Foráneo
  - 5.2. – Transporte a utilizar
    - 5.2.1. – Propio
    - 5.2.2. – Rentado
    - 5.2.3. – Refrigerado
  - 5.3. – Selección del mercado a surtir
  - 5.4. – Selección de clientes
  - 5.5. – Establecimiento de bodegas locales/mercado
  - 5.6. – Establecimiento de políticas de venta
    - 5.6.1. – Trato al cliente
    - 5.6.2. – Créditos
    - 5.6.3. – Retroalimentación de preferencias del consumidor
  
6. – Selección de maquinaria
  - 6.1. – De acuerdo al tipo de suelo
    - 6.1.1. – Pendiente
    - 6.1.2. – Textura
    - 6.1.3. – Estructura
    - 6.1.4. – Grado de acidez
  - 6.2. – De acuerdo al clima
  - 6.3. – De acuerdo a la cantidad de superficie
  - 6.4. – De acuerdo a la densidad de plantación
  - 6.5. – Disponibilidad en la región
  - 6.6. – Compra o renta

NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1951-1990

CHUPURO, TEXCOCO, MEX.  
ALTITUD 2250 MSNM

PARÁMETROS	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
---TEMPERATURAS---																		
MÁXIMA EXTREMA	37	31.0	30.2	34.0	34.3	33.9	33.5	33.4	35.4	35.8	35.5	35.4	35.0	35.0	35.3	35.3	35.0	34.3
-FECHA (DIA/DIAÑO)	27	2/77	6/73	24/81	27.2	14/81	01/82	14/82	14/82	14/82	14/82	14/82	14/82	14/82	27/72	27/72	27/72	25/81
MÍNIMA EXTREMA	27	11.9	13.1	13.9	12.3	17.3	17.3	17.3	16.3	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
-FECHA (DIA/DIAÑO)	27	1.0	2.1	3.9	8.4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
PROXIMIDAD DE NIEBLA	27	11.5	-8.8	-7.2	-4.0	-1.8	1.3	3.8	1.6	3.8	1.6	3.8	1.6	3.8	1.6	3.8	1.6	3.8
-FECHA (DIA/DIAÑO)	26	15/68	25/78	20/89	22/95	20/99	06/70	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS.	26	15/68	12.2	25/78	11.6	4.5	19/79	-8.0	06/70	4.5	19/79	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74	14/74
-FECHA (DIA/DIAÑO)	27	21.5	21.7	20/74	22.0	20/70	18.7	16.5	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
MÍNIMA DEL MES EN 24 HRS.	17	23.1	22.8	23.5	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1
-FECHA (DIA/DIAÑO)	27	7.1	7.8	8.0	10.7	12.2	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS.	24	18.4	18.4	19.3	18.7	18.1	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
-FECHA (DIA/DIAÑO)	27	8.0	8.0	8.2	8.7	11.2	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
MÍNIMA DEL MES EN 24 HRS.	23	8.4	8.4	11.8	34.7	39.0	105.8	112.3	102.8	82.8	44.0	12.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	6.2	5.8	5.8	16.7	12.2	35.7	17.8	17.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS.	23	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
MÍNIMA DEL MES EN 24 HRS.	23	54.0	28.0	23.5	40.0	43.7	10.0	64.5	32.0	48.7	43.2	28.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
-FECHA (DIA/DIAÑO)	6	5/87	21/85	18/78	31/74	23/58	12/78	34.1	19.70	18.7	14/82	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78
MÁXIMA EN 1 HORA	8	19/71	0.2	10/79	7.4	5/79	7.4	45.1	25.1	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
MÍNIMA EN 1 HORA	17	583.0	581.5	596.3	581.2	581.4	582.4	579.4	582.8	583.2	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1
-FECHA (DIA/DIAÑO)	18	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
---PRECIPITACIONES---																		
MÁXIMA	23	8.4	8.4	11.8	34.7	39.0	105.8	112.3	102.8	82.8	44.0	12.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	6.2	5.8	5.8	16.7	12.2	35.7	17.8	17.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2
MÍNIMA	23	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
-FECHA (DIA/DIAÑO)	23	54.0	28.0	23.5	40.0	43.7	10.0	64.5	32.0	48.7	43.2	28.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS.	23	54.0	28.0	23.5	40.0	43.7	10.0	64.5	32.0	48.7	43.2	28.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
-FECHA (DIA/DIAÑO)	6	5/87	21/85	18/78	31/74	23/58	12/78	34.1	19.70	18.7	14/82	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78
MÍNIMA EN 1 HORA	8	19/71	0.2	10/79	7.4	5/79	7.4	45.1	25.1	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
MÁXIMA EN 1 HORA	17	583.0	581.5	596.3	581.2	581.4	582.4	579.4	582.8	583.2	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1
-FECHA (DIA/DIAÑO)	18	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
---FENÓMENOS ESPECIALES---																		
MÁXIMA	23	8.4	8.4	11.8	34.7	39.0	105.8	112.3	102.8	82.8	44.0	12.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	6.2	5.8	5.8	16.7	12.2	35.7	17.8	17.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2
MÍNIMA	23	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
-FECHA (DIA/DIAÑO)	23	54.0	28.0	23.5	40.0	43.7	10.0	64.5	32.0	48.7	43.2	28.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS.	23	54.0	28.0	23.5	40.0	43.7	10.0	64.5	32.0	48.7	43.2	28.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
-FECHA (DIA/DIAÑO)	6	5/87	21/85	18/78	31/74	23/58	12/78	34.1	19.70	18.7	14/82	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78	08/78
MÍNIMA EN 1 HORA	8	19/71	0.2	10/79	7.4	5/79	7.4	45.1	25.1	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
-FECHA (DIA/DIAÑO)	25	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
MÁXIMA EN 1 HORA	17	583.0	581.5	596.3	581.2	581.4	582.4	579.4	582.8	583.2	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1	583.7	583.1
-FECHA (DIA/DIAÑO)	18	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

UNIDADES: TEMPERATURA (°C); HUMEDAD RELATIVA (%); VAPOR PRESION (mm); PRECIPITACION (mm); PRESION (hPa)

TEMPERATURAS  
 GRADOS CENTÍGRADOS  
 NORMALS  
 PRECIPITACION  
 MILIMETROS  
 HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACION  
 MILIMETROS  
 PRESION  
 HECTOPASCALLES  
 100.0  
 500.0

TEMPERATURAS  
 GRADOS CENTÍGRADOS  
 NORMALS  
 PRECIPITACION  
 MILIMETROS  
 HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACION  
 MILIMETROS  
 PRESION  
 HECTOPASCALLES  
 100.0  
 500.0



#### 15.4. – Anexo IV Índice de Cuadros Estadísticos

Cuadro num.	Descripción	Fuente	Página
1	Producción en el Ámbito Nacional	(INEGI, 1997)	8
2	Características de las Razas de Aguacate	(Rodríguez, 1982)	13
3	Variedades del Aguacate	(Ibar, 1986)	14
4	Niveles Críticos de Nutrimentos en Hoja de Aguacate Dos Meses Antes de la Floración	(Goodal et al, 1965)	25
5	Contenido de N-P-K en Abonos Orgánicos	(Calderón, 1993)	26
6	Abonados Estándar de Aguacates (g/árbol) en Varios Países	(Galán, 1990)	27
7	Tipos de Productos en Fertilizantes de Liberación Lenta	(Jiménez, 1992)	30
8	Principales Plagas del Aguacatero en la Región Productora De Uruapan, Michoacán	(FIRA, 1992)	35
9	Principales Enfermedades del Aguacatero en la Región Productora De Uruapan, Michoacán	(FIRA, 1992)	39
Figura núm.	Descripción	Fuente	Página
1	Algunos Tipos de Injerto	(Rodríguez, 1982)	49
Gráfica núm.	Descripción	Fuente	Página
1	Estación de Crecimiento en Celaya, Guanajuato	(SAG, 1980)	56
2	Numero de Días con Heladas	(SAG, 1980)	56
Gráfica núm.	Descripción	Fuente	Página

		94
3	Comportamiento de la Temperatura en Celaya, Guanajuato (SAG, 1980)	57
4	Comportamiento de la Temperatura Mínima en Celaya, Guanajuato (SAG, 1980)	57
5	Comportamiento de la Precipitación en Celaya, Guanajuato (SAG, 1980)	57
6	Duración del Día en Celaya, Guanajuato (SAG, 1980)	58
7	Evapotranspiración Media en Celaya, Guanajuato (SAG, 1980)	58