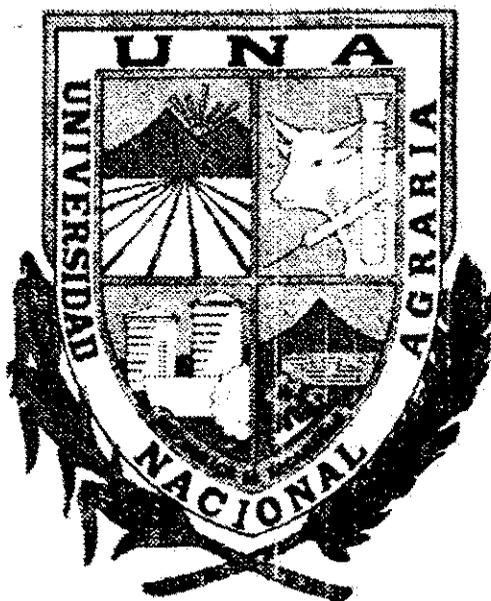


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL



Cultivo de frutales del trópico
Texto básico

Rodolfo Munguía Hernández

1998

CAPITULO I- ASPECTOS GENERALES DE LA FRUTICULTURA	1
1.1.- VENTAJAS	1
1.1.1 - <i>Protección del suelo y aumento del potencial de empleo.</i>	1
1.1.2 - <i>Obtención de productos que mejoran la dieta alimenticia.</i>	2
1.1.3 - <i>Alta rentabilidad por unidad de superficie.</i>	3
1.1.4 - <i>Obtención de productos para la exportación.</i>	3
1.2.- PROBLEMATICA DE LA FRUTICULTURA EN NICARAGUA	4
1.2.1.- <i>Aspectos técnicos.</i>	4
1.2.2.- <i>Aspectos socioeconómicos.</i>	6
CAPITULO II- MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA DE LAS PLANTAS FRUTALES	8
2.1.- SISTEMA RADICAL	8
2.1.1.- <i>Introducción</i>	8
2.1.2.- <i>Clasificación de las raíces por su origen.</i>	8
2.1.2.- <i>Clasificación de las raíces por sus características morfológicas.</i>	10
2.1.3.- <i>Anatomía de las raíces.</i>	11
2.1.4 <i>Funciones de la raíz</i>	14
2.1.5.- <i>Factores que afectan el crecimiento y distribución radical.</i>	15
2.1.6.- <i>Micorrizas en las raíces.</i>	19
2.2.- SISTEMA AÉREO	22
2.2.1.- <i>Tallo.</i>	22
2.2.2.- <i>Las hojas</i>	23
2.3.- FASES DE LA VIDA DE UN ÁRBOL	26
2.3.1.- <i>Fase juvenil</i>	26
2.3.2.- <i>Fase Madura</i>	30
2.3.3.- <i>Fase de la senectud.</i>	30
2.4.- INDUCCIÓN FLORAL	31
2.4.1.- <i>Introducción</i>	31
2.4.2.- <i>Factores endógenos</i>	31
2.4.3.- <i>Factores exógenos</i>	34
2.5.- FLOR Y FLORACION	37
2.5.1.- <i>Introducción</i>	37
2.5.2.- <i>Polinización</i>	38
2.5.2.- <i>Factores que afectan la polinización</i>	39
2.5.3.- <i>Fecundación</i>	40
2.5.4.- <i>Esterilidad</i>	41
2.6.- FORMACIÓN Y DESARROLLO DEL FRUTO	43
2.6.1.- <i>Introducción</i>	43
2.6.2.- <i>Estímulos para el desarrollo</i>	43
2.6.3.- <i>Formación de la semilla.</i>	44
2.6.4.- <i>Formación de la pulpa</i>	45
2.6.5.- <i>Clasificación de los frutos.</i>	46
2.6.6.- <i>Caida de los frutos.</i>	47
2.6.7.- <i>Aclareo de frutos.</i>	48
2.6.8.- <i>Maduración del fruto.</i>	51
2.6.9.- <i>Respiración y climaterio</i>	53
2.7.- ÍNDICES DE MADUREZ	55
2.8.- COSECHA DE FRUTAS	57

CAPITULO III.- FACTORES A CONSIDERAR PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO FRUTAL.....	59
3.1.- DESTINO DE LA PRODUCCION	59
3.2.- SITUACION SOCIOECONOMICA.....	60
3.2.1.- <i>Ubicacion geografica</i>	60
3.2.2.- <i>Vías de comunicación y transporte</i>	60
3.2.3.- <i>Mano obra</i>	61
3.2.4.- <i>Posibilidades de industrialización</i>	61
3.2.5.- <i>Tipo de productores y organización</i>	61
3.3.- CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO PARA FRUTALES.....	62
3.3.1.- <i>Elementos del clima</i>	62
3.3.2.- <i>Suelo y su fertilidad</i>	71
3.4.- CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD Y/O ESPECIE.....	77
CAPITULO IV.- CULTIVO DE AGUACATE.....	85
4.1.- ORIGEN.....	85
4.2.- PRODUCCION MUNDIAL DE AGUACATE.....	85
4.3.- USOS Y COMPOSICION DE LOS AGUACATES.....	86
4.4.- BOTANICA.....	86
4.5.- DESCRIPCION MORFOLOGICA.....	88
4.5.1.- <i>Tallo</i>	88
4.5.2.- <i>Raiz</i>	88
4.5.3.- <i>Hojas</i>	88
4.5.4.- <i>Flores</i>	89
4.5.5.- <i>Fruto</i>	90
4.6.- DESARROLLO DE LA PLANTA.....	91
4.6.1.- <i>Desarrollo vegetativo</i>	91
4.6.1.- <i>Ramificación</i>	92
4.6.2.- <i>Floracion</i>	92
4.6.3.- <i>Fructificación</i>	93
4.6.4.- <i>Ciclos de vida productivo de la planta</i>	94
4.7.- FACTORES ECOLOGICOS.....	95
4.7.1.- <i>Temperatura</i>	95
4.7.2.- <i>Altitud</i>	95
4.7.3.- <i>Precipitación</i>	96
4.7.4.- <i>Viento</i>	96
4.7.5.- <i>Luminosidad</i>	96
4.7.6.- <i>Suelo</i>	97
4.8.- VARIEDADES.....	97
4.9.- MANEJO DEL AGUACATE.....	98
4.9.1.- <i>Propagacion</i>	98
4.9.2.- <i>Sistemas y densidades de siembra</i>	101
4.9.3.- <i>Siembra</i>	102
4.9.4.- <i>Manejo de suelo</i>	102
4.9.5.- <i>Fertilización</i>	103
4.9.6.- <i>Riego</i>	104
4.9.7.- <i>Poda</i>	105
4.10.- COSECHA.....	106
4.10.1.- <i>Criterios para determinar la madurez del fruto</i>	106
4.11.- PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	107
4.11.1.- <i>Plagas</i>	107
4.11.2.- <i>Enfermedades</i>	109
CAPITULO V.- CULTIVO DE LA PIÑA.....	113
5.1.- ORIGEN, DISTRIBUCION E IMPORTANCIA ECONOMICA.....	113

5.2 - COMPOSICION Y USOS	114
5.3 - MORFOLOGIA Y FISILOGIA	114
5.3.1 - Raíz	114
5.3.2 - Tallo	114
5.3.3 - Hoja	115
5.3.4 - Inflorescencia	116
5.3.5 - Fruto	116
5.4 - CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA PIÑA	116
5.4.1 - Temperatura	116
5.4.2 - Luminosidad	117
5.4.3 - Precipitación	117
5.4.4 - Altitud	117
5.4.5 - Suelos	118
5.5 - VARIETADES	118
5.6 - PROPAGACION	119
5.7 - PREPARACION DEL TERRENO	122
5.8 - EPOCA DE SIEMBRA	122
5.9 - SISTEMA DE PLANTACION	123
5.10 - MANEJO CULTURAL	123
5.10.1 - Manejo de las malezas	123
5.10.2 - Nutrición de la Piña	126
5.10.3 - Inducción floral	128
5.10.4 - Protección de frutos	129
5.11 - COSECHA DE FRUTAS Y TRANSPORTE	130
5.12 - CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO PARA EXPORTACION	131
5.13 - PLAGAS Y ENFERMEDADES	132
5.13.1 - Plagas	132
5.13.2 - Enfermedades	133
CAPITULO VI- CULTIVO DE LA PAPAYA	137
6.1 - ORIGEN, DISTRIBUCION Y PRODUCCION	137
6.2 - TAXONOMIA	138
6.3 - DESCRIPCION MORFOLOGICA	138
6.4 - COMPOSICION Y USOS	140
6.5 - REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO	140
6.6 - VARIETADES	141
6.7 - PROPAGACION DE PLANTAS	142
6.8 - TRASPLANTE	143
6.9 - PREPARACION DEL TERRENO Y SISTEMAS DE PLANTACION	144
6.10 - MANEJO DE LA PLANTACION	145
6.10.1 - Manejo del suelo	145
6.10.2 - Fertilización	146
6.10.3 - Riego	149
6.10.4 - Poda	150
6.11 - PRODUCCION Y COSECHA	150
6.11.1 - Manejo de los frutos	151
6.11.2 - Tratamientos a los frutos	152
6.12 - EMPAQUE Y TRANSPORTE	152
6.13 - ALMACENAMIENTO	153
6.14 - PLAGAS Y ENFERMEDADES	154
6.14.1 - Plagas	154
6.14.2 - ENFERMEDADES	155
CAPITULO VII- CULTIVO DE LA PITAHAYA	157
7.1 - ORIGEN Y RUTA DE PROPAGACION E IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA	157
7.2 - USOS Y COMPOSICION	158

7.3 - MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA.....	158
7.3.1 - Raíz.....	158
7.3.2 - Tallo.....	159
7.3.3 - Espinas.....	159
7.3.4 - Flores.....	159
7.3.5 - Fruto.....	160
7.3.6 - Semilla.....	161
7.4 - FISIOLÓGIA.....	161
7.4.1 - Anatomía de los tallos.....	161
7.4.2 - Fijación del CO ₂	162
7.5 - EXIGENCIAS EDAFOClimÁTICAS.....	162
7.6 - VARIEDADES PRINCIPALES.....	163
7.7 - PROPAGACION.....	163
7.8 - MANEJO DE LA PLANTACION.....	166
7.8.1 - Densidad de siembra.....	166
7.8.2 - Plantación.....	166
7.8.3 - Tutores.....	166
7.8.4 - Sistema de tutorado.....	168
7.8.5 - Fertilización.....	169
7.8.6 - Manejo de malezas.....	170
7.8.7 - Poda.....	170
7.9 - COSECHA.....	171
7.10 - PLAGAS Y ENFERMEDAD.....	173
7.10.1 - Plagas.....	173
7.10.2 - ENFERMEDADES.....	173

ASPECTOS GENERALES DE LA FRUTICULTURA

La fruticultura es una actividad agrícola que es desarrollada por productores se han enfrentado muchas limitaciones principalmente de carácter técnico y financiero.

Los cultivos frutícolas por su inicio de producción lento no es llamativo para la mayoría de los agricultores por los altos costos iniciales de establecimiento, sin embargo a pesar de esto la empresa frutícola últimamente se ha intensificado principalmente por la demanda de la población por conocer y consumir nuevas frutas principalmente tropicales, que con su alto valor nutritivo son mas requeridos.

1.1.- VENTAJAS

1.1.1.- Protección del suelo y aumento del potencial de empleo.

La fuerte intensidad de las precipitaciones en el trópico, en condiciones de producción de los cultivos anuales en la que no se aplican medidas de conservación de suelo, se provoca una fuerte erosión durante el invierno y pérdidas de suelo por efectos del viento.

La actividad frutícola ofrece ventajas en este sentido por el hecho que no se está removiendo constantemente el suelo y además que los árboles ofrecen resistencia para disminuir la fuerza destructiva de las lluvias y del viento.

En los sistemas agroforestales, la integración de árboles frutales en el sistema permite la intensificación del uso del suelo y también el aumento potencial del empleo; Nair (1984), señala que los requerimientos de mano de obra para 1 ha. de una plantación de coco adulto en la India se incrementa de 150 hombres días para un monocultivo, hasta de 350 hombres días para un policultivo. Al mismo tiempo estos sistemas permiten la optimización de los rendimientos totales por área y una mejor relación costos/beneficios. Por lo general el cultivo de frutales requiere de mucha mano de obra en la mayor

parte del año, ello para el manejo de la plantación y la cosecha sobre todo cuando se efectúa con tecnología moderna.

1.1.2.- Obtención de productos que mejoran la dieta alimenticia.

Las frutas son fuente importante de calorías, vitaminas y minerales; su composición varía incluso en cada especie y cultivar. Por lo general el valor calórico es de 30 a 80 calorías por cada 100 gramos de pulpa de fruta, sin embargo cultivos como el Aguacate el nivel calórico es mayor, mientras que las nueces y frutas secas producen respectivamente de 600 a 700 calorías y 250 a 350 calorías por cada 100 gramos respectivamente.

En la tabla 1 se muestra contenidos en calorías y nutrimento para diferentes cultivos frutales:

Tabla 1.- Calorías y nutrimento por cada 100 gramos de porción comestible.

Fruta	Calorías	Proteínas (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Vit A (UI)	Tiamina (mg)	Vit C (mg)
Naranja	53.0	0.8	22.0	0.5	---	0.05	40.0
Plátano	116.0	1.0	7.0	0.5	100.0	0.05	10.0
Mango	63.0	0.5	10.0	0.5	600.0	0.03	30.0
Piña	57.0	0.4	20.0	0.5	100.0	0.08	30.0
Dátil	303.0	2.0	70.0	2.0	50.0	0.07	--
Higo	269.0	4.0	200.0	4.0	100.0	0.1	0
Aguacate	165.0	1.5	10.0	1.0	200.0	0.07	15.0
Guayaba	58.0	1.0	15.0	1.0	200.0	0.05	200
Papaya	39.0	0.6	20.0	0.5	1000.0	0.03	50.0
Nuez de marañón	590.0	20.0	50.0	5.0	--	0.6	0.0

--- = Cero o casi cero

Fuente: Samson, 1986.

1 cal = 4.187 Kj.

1000 UI = 0.3 mg.

parte del año, ello para el manejo de la plantación y la cosecha sobre todo cuando se efectúa con tecnología moderna.

1.1.2.- Obtención de productos que mejoran la dieta alimenticia.

Las frutas son fuente importante de calorías, vitaminas y minerales; su composición varía incluso en cada especie y cultivar. Por lo general el valor calórico es de 30 a 80 calorías por cada 100 gramos de pulpa de fruta, sin embargo cultivos como el Aguacate el nivel calórico es mayor, mientras que las nueces y frutas secas producen respectivamente de 600 a 700 calorías y 250 a 350 calorías por cada 100 gramos respectivamente.

En la tabla 1 se muestra contenidos en calorías y nutrimento para diferentes cultivos frutales:

Tabla 1.- Calorías y nutrimento por cada 100 gramos de porción comestible.

Fruta	Calorías	Proteínas (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Vit A (UI)	Tiamina (mg)	Vit C (mg)
Naranja	53.0	0.8	22.0	0.5	---	0.05	40.0
Plátano	116.0	1.0	7.0	0.5	100.0	0.05	10.0
Mango	63.0	0.5	10.0	0.5	600.0	0.03	30.0
Piña	57.0	0.4	20.0	0.5	100.0	0.08	30.0
Dátil	303.0	2.0	70.0	2.0	50.0	0.07	--
Higo	269.0	4.0	200.0	4.0	100.0	0.1	0
Aguacate	165.0	1.5	10.0	1.0	200.0	0.07	15.0
Guayaba	58.0	1.0	15.0	1.0	200.0	0.05	200
Papaya	39.0	0.6	20.0	0.5	1000.0	0.03	50.0
Nuez de marañón	590.0	20.0	50.0	5.0	--	0.6	0.0

--- = Cero o casi cero

Fuente: Samson, 1986.

1 cal = 4.187 Kj.

1000 UI = 0.3 mg.

Los elementos minerales o microelementos son indispensables para el organismo ya que intervienen en la permeabilidad de las células, el funcionamiento de ciertas glándulas, el metabolismo de los alimentos, la constitución de componentes vitales del cuerpo, etc.

Las vitaminas participan de varios procesos en el ser humano y entre ellos se tiene que:

Vit C: (Ácido ascórbico); es factor de resistencia a las enfermedades. Ayuda a la formación de glóbulos rojos.

Vit B₁: (Tiamina); es antineurítica. Vit B₂: (Riboflavina); es de crecimiento.

Vit A: (Retinol); participa en el proceso de la visión y en la regulación del crecimiento.

1.1.3.- Alta rentabilidad por unidad de superficie

Cuando la técnica es debidamente aplicada, la rentabilidad de un cultivo frutal puede ser mucho mayor que la de un cultivo anual, aún cuando la fruta es destinada al mercado interno.

El uso de las técnicas más apropiadas, el empleo racional de los fertilizantes y agroquímicos en general, el correcto aprovechamiento de los recursos hídricos, el empleo de material genético de mejores características, contribuyen a la obtención de mayores ingresos por unidad de superficie. Consecuencias de esto es la posibilidad de solucionar el problema del minifundio, aunque la limitación más grave en este sentido es la ausencia de una política crediticia que brinde a los pequeños productores los recursos necesarios para la inversión inicial, que debido a la utilización de las técnicas más apropiadas, resulta necesariamente elevada y no siempre al alcance del pequeño productor.

1.1.4.- Obtención de productos para la exportación.

Es conocido que las frutas tropicales en muchos países donde no se pueden establecer este tipo de cultivo es muy bien aceptado y apreciado; el comercio internacional de frutas frescas a registrado una fuerte expansión en los

últimos años, pese a que los precios de consumo se han mantenido relativamente altos, especialmente en el mercado de lujo de los países desarrollados.

Entre los factores que han contribuido a este hecho están:

- El creciente interés en nuevos gustos y variedades de alimentos.
- Un mayor conocimiento de los productos tropicales, debido al aumento de los viajes ultramarinos y a las actividades de promoción.
- Cada vez mayor número de puestos de venta, aparte del mercado de frutas especiales de las zonas metropolitanas.
- La función importante del mercado de restaurantes y de los grupos de población inmigrantes, que abren nuevos mercados para estos productos.
- El mejoramiento de factores técnicos, tales como; sistemas de transporte aéreo y marítimo, el perfeccionamiento de la tecnología postcosecha que permite el almacenamiento por períodos mayores y la reducción de los desperdicios.

1.2.- Problemática de la fruticultura en Nicaragua.

La actividad frutícola esta limitada en su desarrollo potencial por factores de orden técnico y socioeconómicas; sin embargo, la fruticultura en Centro América a sido dispersa y de una producción baja, así como de un bajo nivel de consumo per capita.

1.2.1.- Aspectos técnicos.

Entre los aspectos técnicos que desfavorecen dicha actividad se puede mencionar los siguiente:

- a.- Pocos recursos humanos capacitados y desconocimiento de la tecnología de producción.

El país no cuenta con suficientes especialistas capaces de manejar proyectos de desarrollo frutícola, que tengan niveles académicos elevados en la técnica de

producir frutas de alta calidad. Actualmente esto conlleva al desconocimiento de la tecnología apropiada en el manejo de huertos (selección de variedades, porta-injertos, fertilización, control de malezas, entre otros) y en el manejo de post-cosecha de frutas, que requiere de una especial atención.

b.- Falta de infraestructura de almacenamiento y conservación de frutas.

Para garantizar que los productores no pierdan grandes cantidades de fruta fresca y tengan que venderla a un precio bajo por la fuerte oferta en determinados periodos del año que se concentra la producción. Ella no se puede almacenar y conservar debido a la no existencia de infraestructura de este tipo, así también se carece de industrias que procesen pulpa y se obtengan otros derivados que tienen altos precios en el mercado externo.

c.- Investigación incipiente.

No existe una investigación organizada y puntual en esta área. Sin embargo, instituciones del estado y privadas han mostrado interés en desarrollar en estos últimos años tareas de investigación en cultivos como la Pitahaya, piña, Cítricos, maracuyá, entre otros. Pero a esto hace falta organizar con los sectores involucrados en el ramo una estrategia de investigación para resolver los principales problemas técnicos y socio-económicos que enfrenta la fruticultura.

d.- Deficiente producción de material vegetativo.

A pesar que existen en el país muchos viveros, estos no cumplen con los requisitos mínimos de producir plantas de calidad fitosanitaria y genética. Este caso es de mucha importancia ya que se requiere que los viveristas del país cumplan con los requisitos mínimos sobre el manejo técnico de un vivero y producir plantas que garanticen sanidad, vigor así como de tener su registro genético, o sean fiel al tipo. Los productores que requieran de dicho material deben tener la certeza que sean del genotipo correspondiente y para ello se requiere que las plantas estén etiquetadas. Esta actividad no es controlada por el gobierno ya que no existe una ley que regule la producción de plantas frutales, ornamentales y forestales en el país.

1.2.2.- Aspectos socioeconómicos.

Entre los aspectos de corte socio-económico, se pueden mencionar a los siguiente:

a.- La política crediticia actual no permite un respaldo a la actividad frutícola en el país debido al alto riesgo que representa la agricultura. Los pocos créditos que se otorgan son por lo general escasos y elitista, otorgados a productores capaces de poder pagar el crédito a corto plazo y los altos intereses que cobra el sistema financiero, esto es negativo para el productor que es de escasos recursos económicos.

Otro de los problemas puntuales alrededor de este caso es el hecho de otorgarlos inoportunamente, o sea cuando las actividades que se requieren hacer en un periodo de tiempo en cuanto al manejo del cultivo se han desfasado.

b.- La falta de asistencia técnica gubernamental en ésta área limitada por los conocimientos de manejo y mas aún a la poca importancia que le dan las instituciones desconociendo así el potencial que tiene la fruticultura en nuestro territorio.

c.- No existen políticas de producción dirigidos a proteger a los productores que venden sus frutas al mercado nacional y extranjero, ya que se permite la importación de frutas a gran escala influyendo en la baja de precios, perjudicando grandemente la rentabilidad del productor.

d.- Uno de los problemas mas sentidos de los productores es el mercadeo o comercialización del producto. Esta actividad es muy compleja para ellos, debido principalmente a la falta de información sobre la demanda y la oferta en el mercado tanto nacional como externo. La no existencia de canales seguros de comercialización no le garantiza al productor mejores beneficios económicos.

e.- Otro aspecto que hay que mencionar es la falta de planificación en la producción de frutas de los actuales productores, teniendo como consecuencia una sobreproducción en periodos del año que hacen que el precio sea muy bajo que no estimula al productor a mejorar su huerto y la técnica.

f.- En el país, no existe una difusión de las frutas autóctonas o nativas, pero que en el futuro pueden alcanzar niveles potenciales para el comercio de dichas frutas tanto en el mercado nacional como internacional.

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS FRUTALES

2.1.- SISTEMA RADICAL

2.1.1.- Introducción

El primer órgano que aparece después de iniciarse el proceso de germinación es la raíz, siendo las funciones más importantes la fijación de la planta al suelo de por vida, la absorción de agua y de nutrientes, los cuales serán utilizados en la síntesis de sustancias orgánicas para el crecimiento del vegetal.

En general, existe desconocimiento en este campo sobre el crecimiento de la raíz de los árboles frutales y sobre todo de la distribución de las mismas el cual adopta en el suelo.

La radícula que se forma de una planta por efecto del geotrópismo positivo se dirige al centro de la tierra (caso de muchas plantas dicotiledóneas), siendo la raíz principal, que desarrollan en ella, raíces de orden secundarias, terciarias, etc. Y llegan a conformar el sistema radical.

El sistema radical aún cuando no sea visible adquiere en el árbol frutal un desarrollo bastante semejante al de la parte aérea, llegando a pesar un 30 al 40 % del total del árbol, lo cual indica que gran parte de la energía sintetizada se gasta en la formación de él, lo cual denota su importancia.

2.1.2.- Clasificación de las raíces por su origen

La raíz se puede clasificar en dos tipos de acuerdo a su origen:

- a.- Raíz Verdadera: es aquella que proviene del desarrollo de la radícula del embrión ó raíces laterales originadas por una raíz, para el caso de semillas tienen un hábito profundizante.

Si esta proviene de una semilla es verdadera, siendo predominante la raíz principal y alrededor de ella se forman todo un sistema de ramificaciones laterales.

2.- Raíz Adventicias: tienen su origen a partir de un órgano diferente a la raíz y como ejemplos la estaca, acodo y hojas.

Si proviene de la propagación asexual (tallo, hoja), la estructura radical es adventicia, sin embargo puede ser de crecimiento profundizante y se da cuando existe competencia entre las plantas y/o alelopatía; Además de los otros aspectos como son el manejo del suelo y de su textura.

Ejemplo: De la semilla de mango, aguacate, cítricos, etc.; se desarrolla un sistema radical verdadero. Estas especies provenientes de semilla se utilizan como patrón al cual se le provoca la unión del injerto. La unión de estas dos partes establece una relación en la que ambas tienden a modificar su comportamiento.

De las estacas de guayaba, higo, vides, el sistema desarrollado es meramente adventicio. A este tipo de material se le puede provocar la unión del injerto. Igualmente se establece una relación en ambas partes y se modifican.

En las relaciones que se establecen entre el patrón-injerto, cada uno tiene su propia influencia, como es la disminución del vigor radical del patrón por efecto de una vareta de poco vigor, y viceversa.

Cuadro 2.- Dimensiones de las raíces de palma africana.

Orden	Longitud en m	Diámetro en mm.
Primer	3 - 4	4 - 10
Segundo	1.5	2 - 4
Tercero	0.1 - 0.15	1 - 2

Para el caso de las plantas dicotiledóneas, el sistema radical es verdadero propio de ellas, partiendo de la reproducción sexual. Las ramificaciones pueden ser de 7 u 8 ordenes, en este tipo de plantas, la formación de raíces laterales es muy

amplia, sobre todo si las condiciones de humedad y temperatura del suelo son apropiadas.

La Vid e Higo, tiene un abundante sistema radical. El Aguacate y Mango, poseen pocos pelos radicales.

El sistema radical adventicio en las Monocotiledóneas se caracteriza porque la cantidad de raíces de primer orden es muy amplia, por ejemplo; la Palma Africana presenta hasta 800 a 10,000 raíces de primer orden que pueden crecer tanto horizontal como vertical. Las dimensiones en cuanto a su longitud y diámetro se presentan en el cuadro 2.

En plátano y banano se ha encontrado mas de 700 raíces, con longitudes de 3 - 4 metros y de 5 - 8 mm de diámetro.

2.1.2.- Clasificación de las raíces por sus características morfológicas

Investigadores como Zapata y Kolesnikov, han definido una raíz por su diámetro, color, longitud y cual es su función, siendo las siguientes:

a.- Raíz de crecimiento

Es una raíz de estructura primaria que crecen entre 10 a 25 cm, de color blanco, producen raíces laterales, no tienen micorrizas. En plantas dicotiledóneas desarrollan crecimiento secundario y son factibles de transformarse con el tiempo.

b.- Raíces de nutrición

Raíz de estructura primaria y traslúcidas de 0.1 a 4 mm de longitud y de 0.3 a 3 mm de diámetro, poseen micorrizas, no desarrollan crecimiento secundario, duran de 10 a 25 días y su principal acción es de absorción de agua y nutrimento, además de observar alta actividad fisiológica, lo que implica que en dichas raíces haya fuerte actividad de síntesis.

c.- Raíces intermedias

Son de estructura primaria, grisáceas que observan en la parte cronológicamente mas antigua el inicio del crecimiento secundario (dicotiledóneas), en vías de transformarse en raíz conductora, su presencia denota actividad radical en relación a su crecimiento 3 semanas antes que se observan estas raíces.

d.- Raíz conductora

Son de estructura secundaria para el caso de las dicotiledóneas, presentan color café, constituyen la estructura del sistema radical y su función es de conducción. El diámetro es variado, color café en dicotiledóneas y monocotiledóneas.

2.1.3.- Anatomía de las raíces

Una raíz joven está formada por tres regiones definidas entre las cuales se mencionan a) Región meristemática, b) Región de elongación y c) Región de diferenciación.

Región Meristemática

Localizada en los ápices de cada raíz, formada por la cofia y de la zona de división celular. La cofia es una región de protección al tejido joven que se está formando en la zona de multiplicación celular. La cofia esta formada por células de parenquima que cubre el ápice de la raíz; para facilitar la penetración entre las partículas de suelo, estas segregan una sustancia mucilaginoso que sirve como lubricante y además poseen granos de almidón que facilitan la dirección de gravedad hacia el centro de la tierra; estos granos se almacenan en los plastidios conocidos como amiloplastos.

La zona meristemática, tiene una longitud de 1 a 2 mm, constituido por un grupo de células en constante división, al cual se debe en parte al crecimiento en longitud de las raíces.

Región de Elongación

Esta región presenta una longitud aproximadamente entre 10 a 20 cm, se da en ella una disminución de la división celular. La elongación de las células ocurre porque las vacuolas aumentan de tamaño ocupando hasta por un 90 % de ellas, provocando el mayor crecimiento radical.

Región de Diferenciación

En esta región se encuentran diferentes tipos de células del tejido primario, formado por la epidermis, la corteza y la endodermis.

La epidermis formada por una sola hilera de células, donde se localiza la zona pelifera; Los pelos absorbentes en realidad son extensiones de las células epidérmicas y a medida que crecen hacia afuera, penetrando entre las partículas del suelo a las que se adhieren y con las que permanecen en íntimo contacto.

Las células se hacen muy vacuoladas y el núcleo ocupa comúnmente una posición terminal en la célula en crecimiento, siendo unicelulares y alcanzan una longitud de 1.5 mm.

Los pelos viejos se aplastan y mueren mas o menos en la misma proporción que se producen los pelos nuevos y su período de actividad esta usualmente limitado a unos cuantos días.

Corteza

Es un tejido que esta adyacente a la epidermis, siendo su principal función la de almacenamiento y de una alta actividad metabólica. Esta está formada por varias capas de células diferenciadas dispuestas irregularmente en la parte externa y con mayor regularidad y colocación radial concéntrica en la parte interna:

Endodermis

Esta formada por una hilera de células concéntricas que rodean al periciclo, estas células son suberizadas llamándosele Banda de Gaspari, que representa una barrera física al paso de agua a través de la pared celular regulando el movimiento del agua y la entrada o salida de sustancias disueltas al cilindro central vascular.

La penetración del agua al interior de la planta se realiza a través de pelos radicales no ofreciendo estos ninguna resistencia u obstáculo a la entrada de solutos y agua, estas sustancias se mueven por el "Espacio libre ó aparente" o apoplasto (pared celular y los espacios libres) y en el simplasto (plasmodemos).

A través de la epidermis y en la corteza no hay selectividad, sin embargo al llegar a las células de la endodermis dado que existe la barrera de la Banda de

Gaspari, la única posibilidad de penetración del agua y solutos seleccionados es por el simplasto, hasta llegar a los haces vascular (xilema).

Periciclo

Tiene que ver con la formación de los haces vasculares, son células de gran actividad meristemática, de este se originan el Xilema que queda al interior y el Floema hacia el exterior del periciclo.

Las plantas que no desarrollan estructura secundaria (monocotiledóneas), hay ciertas raíces que se identifican como perennes, este sistema tiene la característica de desarrollar la exodermis, siendo una extensión de la epidermis inicial con la diferencia que se ha recubierto de suberina, cambian de color, son del mismo diámetro y no se transforman. Otra característica es que por debajo de la zona de la exodermis se desarrollan células de esclerenquima las cuales le dan resistencia.

Estructura secundaria

La característica de la estructura secundaria que lo determinan es el acomodo y uniformidad de los haces vasculares formando el Cambium vascular en forma de anillos originando el xilema al interior y el floema al exterior.

Las raíces de la mayoría de las dicotiledoneas desarrollan un cambium que origina tejido vascular y un felógeno que produce la peridermis.

El cambium se divide periclinalmente produciendo floema secundario hacia el exterior de la raíz y xilema secundario hacia el interior.

El diámetro de la endodermis y el número de células endodérmicas aumenta dramáticamente con el crecimiento secundario; también se observa extensión tangencial de las paredes celulares. El aumento de grosor del tejido vascular y del periciclo fuerza la corteza hacia afuera. La corteza no aumenta en circunferencia, pero se rompe y se desprende junto con la epidermis y la endodermis.

2.1.4 Funciones de la raíz

Fijación ó anclaje.

Cada una de las especies de plantas determina la cantidad de raíces que va a poseer, sin embargo esta limitado a factores ambientales y de manejo.

En esta función interviene también los pelos radicales, estos dependerán de la cantidad de raíces, los que pueden soportar vientos fuertes o leves, mencionándose al Aguacate como la especie que presenta una menor cantidad de pelos radicales.

Absorción de agua y nutrientes

La absorción de agua y nutrientes se realiza a través de las células elongadas unicelulares, moviéndose a las células de la corteza entre célula y célula y los espacios intercelulares, pasando a la endodermis quien presenta una capa suberizada llamada Banda de Gaspari, que no deja pasar el agua y los nutrientes a los vasos del xilema.

El movimiento del agua se efectúa por el mecanismo de osmosis, mientras que los nutrientes que se mueven por el apoplasto lo hacen a través de los mecanismos de difusión, flujo de masas y el potencial electroquímico.

Conducción

Implica el movimiento de agua y nutrimentos por el xilema, ya sea en forma iónica o formando compuestos que se sintetizan en el sistema radical, Ej. Nitrógeno en Aminoácidos, Citocininas.

Se ha planteado que el movimiento se da por flujo de masas, sin embargo participan otras fuerzas como la capilaridad, fuerza de cohesión, presión radical, presión atmosférica y las diferencias de potencial a lo interno del vegetal.

En las mismas raíces se da la conducción vía floema que transporta carbohidratos y otras sustancias orgánicas que son sintetizadas en las hojas y transportadas hacia otras partes del vegetal y la raíz.

Almacenamiento

El almacenamiento en la raíz de almidón como sustancias de reserva se da a nivel de las células del parenquima del haz vascular en la zona de la felodermis.

Síntesis

Hay síntesis de citocininas que es utilizado por el vegetal, se realizan procesos de reducción de sustratos como aminación de aminoácidos, participando en este proceso la enzima Nitrato reductasa, además se forman otras hormonas como Giberelinas, Acido. Abscísico y probablemente el Etileno.

2.1.5.- Factores que afectan el crecimiento y distribución radical

Humedad del suelo

Un exceso o una deficiencia de agua del suelo limita el crecimiento y funcionamiento de la raíz. El exceso de agua en el suelo desplaza aire del espacio poroso no capilar y provoca una deficiencia de CO₂ que ocasiona la muerte de muchas raíces.

Una deficiencia hídrica interrumpe el crecimiento de la raíz, y probablemente hay poco crecimiento de las raíces, si alguno, en suelos que tengan un contenido próximo al punto de marchitez permanente.

El mayor crecimiento de la raíz se logra cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo y disminuirá el crecimiento cuando se disminuya la humedad en el suelo.

En las regiones secas, la penetración de agua por la raíz esta generalmente limitada por la profundidad hasta la cual esta mojado el suelo por la lluvia. No solo queda interrumpido el alargamiento de la raíz por la falta de agua, sino que las raíces tienden a suberizarse hasta sus puntos; y la suberización reduce su capacidad de absorción. Como resultado, las plantas sometidas a mucho estrés por sequía no recuperan su capacidad plena para absorber agua durante varios días después de que ha vuelto a mojarse el suelo.

Se puede mantener una humedad adecuada para el crecimiento radical a través de riegos, estos deben ser frecuentes para mantenerlos a capacidad de campo o cerca de este nivel, de hecho la lamina tendrá que ser menor.

Con los niveles adecuados de humedad, el sistema radical no tendrá un crecimiento en longitud porque el agua esta presente donde se necesita, así también desarrollan muchas raíces de nutrición.

Caso contrario donde la humedad es deficiente el sistema de raíces tiende a ser mas largo en longitud en busca de agua, y la cantidad de raíces de nutrición es baja.

En el caso de suelos arcillosos la deficiencia de humedad en el suelo provoca daños indirectos ya que estos se agrietan y las raíces se fracturan ocasionándole la muerte.

Aire del Suelo

La aireación del ámbito de las raíces es frecuentemente un factor limitativo para el crecimiento y funcionamiento de la raíz. La respiración de las raíces y de los organismos del suelo tiende a reducir la cantidad de oxígeno y a incrementar la concentración de Bióxido de Carbono. Puesto que esta actividad aumenta con la temperatura, esos cambios están mas señalados en verano que en invierno.

La eficiencia del intercambio de gas depende en gran parte de la textura y estructura del suelo. La aireación es pocas veces limitativa en suelos arenosos, pero a menudo resulta inadecuado en suelos de textura fina, especialmente en aquellos en los cuales menos del 10 o 12 por ciento del volumen consisten en espacio poroso no capilar.

La concentración óptima para el mejor desarrollo de las raíces es de 20 por ciento, sin embargo algunas especies pueden soportar porcentajes menores de 8, tal es el caso del Coco, Palma datilera y algunos portainjertos de Cerezo.

Los síntomas característicos de la falta de aire, muchas veces se asemejan a los de las enfermedades; tales síntomas son: Agostamiento, el amarilleo de las hojas, la reducción del crecimiento y la muerte final de la mayoría de las

plantas. El amarilleo de las hojas sugiere una pronta senectud prematura, posiblemente acelerada por el cese de un abastecimiento en hormonas de parte de las raíces dañadas.

Tabla 3.- Temperatura para el crecimiento radical en frutales.

Frutales	Minima	Optima	Máxim
Climas templados	7	23 - 25	32
Tropical y sub-tropical.	13	27	33

abastecimiento en agua.

En el caso de los frutales en general, en la tabla 3 se muestra las temperaturas mínimas óptimas y máximas para el crecimiento radical.

Las temperaturas elevadas pueden limitar gravemente el crecimiento de la raíz y las temperaturas de los suelos expuestos pueden subir lo suficiente para lastimar o matar las raíces y las bases de los tallos.

Temperatura del suelo

En las zonas calientes del trópico se producen aumentos de temperatura principalmente en la época seca y limitan el crecimiento de la raíz. La temperatura óptima varía según las especies, la etapa de desarrollo y el

Tabla 4.- Factores modificados por algunas características del suelo.

Características físicas	O ₂	°C	H ₂ O
Textura	x	x	x
Espacio poroso	x	x	x
Retención de humedad	x	x	x
Materia orgánica	x	x	x
Clima		x	x
Mulch		x	
Color del suelo	x		
Agua del suelo	x		x
Manejo del suelo			

En la tabla 4 se observará algunas de las características físicas que tienden a modificar los factores como el Oxígeno, Temperatura y Humedad del suelo.

Fertilidad del suelo

El pH del suelo y la clase de concentración de iones tienen importantes efectos sobre el crecimiento de la raíz. Una abundancia de ciertos elementos esenciales, especialmente el fósforo y el Nitrógeno, que estimula el crecimiento de las raíces pero mas aun el crecimiento de los vástagos, de modo que la producción de raíces/vástagos es generalmente mas baja en un suelo fértil que

en un suelo que no lo sea, también la presencia de Potasio y () le dan beneficios al sistema radical.

La deficiencia de Ca y B tienen por resultado la producción de raíces cortas, gruesas y causan la muerte de muchos puntos de raíces.

El Ca, favorece mejorar la calidad de las raíces ya que parte de este elemento forma parte de las paredes celulares.

El pH del suelo indica el grado de disponibilidad de los elementos en el suelo para la planta, el intervalo que permite estas condiciones es de 5.5 a 6.5. Cuando el pH es superior de 7, se presentan problemas en la disponibilidad de Fe, Zn y Mg; así como también a pH bajos.

La cantidad de raíces absorbentes que se encuentran bajo la copa del árbol, suele ser reducida en suelos pobres en los cuales éstas se extienden muy por fuera a una gran extensión.

En suelos muy ricos en nutrientes, la capacidad absorbente de las raíces bajo la copa es mayor y es casi nula al pie del árbol y en zonas cercanas en las cuales las raíces existentes son gruesas y viejas y no pueden realizar absorción. De ahí el gran error que cometen muchos fruticultores al fertilizar en la base del árbol: fertilizante que casi no es aprovechado y que es desperdiciado al ser lixiviado a las capas más profundas del terreno.

Textura del suelo

La textura es un factor que modifica las características del suelo que limita o favorece el crecimiento radical.

En suelos arcillosos y pesados las raíces tienden a ser cortas y gruesas, en suelos sueltos y ligeros se hacen más largas y delgadas. En suelos sueltos el volumen de raíces se encuentra localizado en los 50 cm de profundidad en un 80 %. En suelos arcillosos el 98 % de volumen de raíces se encuentran en los 50 cm.

Para el caso de los suelos con poco espacio poroso y de textura arcillosa, la raíz detiene su crecimiento y tiende a engrosar. Esto es provocado por la presión del

suelo que es mayor la relación a la que presenta la raíz; una raíz horizontal ejerce una presión de 6 kg/cm² y una raíz vertical es de 25 kg/cm² y si la presión del suelo es mayor de 30 kg/cm² no se da el crecimiento de las raíces.

Manejo del suelo

Otro factor a considerar para entender como se comporta el sistema radical de una planta, es el manejo del suelo; por el hecho, que se puede perjudicar o favorecer al modificar las condiciones del suelo con el uso de cualquiera de las técnicas de manejo que a continuación se especifican.

- a.- Deshierbe manual y mecánico (rastras).
- b.- Uso de Herbicidas.
- c.- Manejo con cubiertas vegetales.

El manejo del suelo en huertos provocan alteraciones al sistema radical en cuanto a profundidad; el adoptar el uso de herbicidas o con cubiertas vegetales, las raíces crecen y se distribuyen mas superficialmente, por el contrario el comportamiento de las raíces es mas profunda su distribución cuando se hace uso de laboreo mecánico con rastras.

Antagonismo y Competencia radical

El desarrollo radial de las raíces en la planta provoca que estas se entrecrucen con las raíces de las otras plantas cercanas. En algunas especies este entrecruzamiento no se realiza sino que se repelen provocado por la presencia de exudados que origina una reacción de repulsión.

Otro aspecto en cuanto a la competencia es el ofrecido por las altas poblaciones de plantas donde el área de exploración es poca para cada planta, el efecto que ejerce es el de profundizar sus raíces en busca de nutrientes y agua.

2.1.6.- Micorrizas en las raíces

El termino Micorriza describe el beneficio del mutualismo asociado entre las raíces y los hongos específicos del suelo que lo habitan.

Esos organismos son particularmente importantes en suelos marginales y prefieren los pelos radicales de cultivos como Citricos y Aguacate. La Micorrizas pueden incrementar la superficie de absorción de las raíces, facilitando la toma de nutrientes esenciales y pueden funcionar como "fertilizantes biológicos" para reducir los requerimientos de ciertos cultivos.

Estructura de las Micorrizas.

Anatómicamente, estos organismos están divididos en a) Ectomicorrizas; b) Endomicorrizas y c) Ecto y Endomicorrizas.

Los tres tipos de micorrizas colonizan la corteza o regiones fuera de las raíces jóvenes de las plantas.

Ectomicorrizas.

Este hongo ha sido comúnmente encontrado entre árboles forestales y ornamentales como Roble, Pino y Sauce.

Endomicorrizas.

Son los hongos que se encuentran mas distribuidos y el grupo mas importante en la agricultura. Estas especies se han encontrado asociados en raíces de

Tabla 5.- Cultivos en Florida donde se ha encontrado micorrizas.

Especies de cultivo	Especies de cultivos
Aguacate	Lechuga
Frijol	Papaya
Zanahoria	Pera
Crisantemum	Fresa
Citricos	Tabaco
Maíz	Tomate
Grape fruits.	Sandia

Citricos en California y otras especies.

Estructura y función de las micorrizas.

La germinación de las esporas en el suelo produce hijas que penetran y colonizan la corteza de la zona pelifera de las raíces jóvenes sin dañarlos.

Estas micorrizas difieren de los hongos patógenos que causan lesiones, disturbios y eventualmente destruyen los tejidos invadidos. Los tejidos de conducción de raíces jóvenes y la estructura secundaria de raíces de los árboles perennes no son colonizados.

Estos hongos producen vesículas y arbúsculos; las vesículas son de estructura circular que aparentemente almacenan nutrientes para el hongo. Los nutrientes son absorbidos por las hijas y transferidos desde el suelo a través de ellas hasta los arbúsculos, donde esos nutrientes son tomados por la planta, mientras que esta transfiere carbohidratos producidos por fotosíntesis al hongo.

Después de penetrar a las raíces, las hifas de las micorrizas crecen regresando dentro del suelo. Estas hifas externas se extienden entre un gran volumen del suelo que hace que los pelos radicales sean eficientes. Las micorrizas en efecto, pueden incrementar la superficie de absorción de las raíces en más de 10 veces.

Si los nutrientes están limitados, como es el caso de una relativa inmovilidad, elementos insolubles como el Fósforo, Cobre y Zinc, la absorción puede verse incrementada en unas 60 veces.

Además se ha demostrado que las micorrizas pueden incrementar la toma de Nitrógeno, Calcio, Hierro, Magnesio y Manganeso.

Los principales géneros de las Endomicorrizas son; *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Sclerosystis* y *Endogone*; siendo el género *Glomus* el más eficiente en la absorción de fósforo.

Las condiciones que se deben tener para el establecimiento de las micorrizas son:

Temperatura del suelo entre 28 a 34 ° C.; Buenas condiciones de Carbohidratos de la planta; pH del suelo de 5.5 a 7.0.

Funciones de las Micorrizas.

- Aumentan la absorción de P, Zn, N y K.
- Significa una vía de absorción de agua.
- Se sintetizan algunos reguladores del crecimiento como Giberelinas.
- Puede representar la no infección de otros hongos como *Fusarium*, *Phytium* y *Phytophthora*.

Ventajas del uso de micorrizas.

- La micorriza representa una mayor superficie de exploración de substrato; los pelos radicales tienen una longitud de 0.5 a 1.5 mm comparados con los micelios de las micorrizas que logran longitudes de 35 mm, encontrándose de 1 hasta 20 hifas.
- Aumenta la absorción entre un 40 a 50 por ciento con respecto a los pelos radicales.
- Incrementa la altura de la planta.
- Aumenta la resistencia a condiciones de estrés.
- Menor daños por enfermedades.

2.2.- SISTEMA AÉREO

2.2.1.- Tallo.

El crecimiento de esta estructura en cuanto a longitud está basado en el meristema apical tanto para las monocotiledóneas como dicotiledóneas.

Las plantas monocotiledóneas basan su crecimiento en longitud en el meristema apical, siendo de un año, ejemplos como el plátano, piña, palmas, si a estas plantas se les elimina el meristema apical no continuará en su crecimiento y va a morir.

Las especies dicotiledóneas, durante su crecimiento aparte del meristema apical desarrollan también meristemas laterales, los cuales constituyen los puntos de crecimiento de las plantas.

Anatomía del tallo.

En la mayor parte de las angiospermas, los primordios foliares se originan de la división de las células de la túnica y el corpus, que se encuentran adyacentes a ella.

Los primordios foliares se forman a los lados del meristema apical y el área donde se ubican está determinado por la filotaxia.

Crecimiento secundario.

El crecimiento de los entrenudos es el resultado de una combinación de la división celular y el alargamiento de las células.

La actividad meristemática provoca un mayor alargamiento del entrenudo en la base del mismo en desarrollo, que en ningún otro sitio.

Las células del domo del ápice se dividen con mayor lentitud que las de los lados. Cuando estas células comienzan a alargarse, las diferencias se hacen evidentes. La túnica forma el protodermo que en un momento dado conformará la epidermis de la planta.

La protodermis es un tejido de protección el cuál sufre cambios sobre todo cuando se presenta el crecimiento secundario o el engrosamiento de la epidermis. Sobre ella se forma una cutícula, la cual le proporciona endurecimiento.

Por debajo del nivel de iniciación foliar, se encuentra un grupo de células con ubicación más profunda que las células anteriores, cuyo citoplasma es muy denso. Tales células se diferencian en procambium, un tejido meristemático que a su vez lo hace en los tejidos vasculares. El tejido fundamental se diferencia a partir del meristema fundamental; este meristema se desarrolla tanto de la zona periférica, como del meristema de las nervaduras por debajo del corpus. Así, el sistema epidérmico se origina de la superficie de la túnica en las angiospermas, mientras que el meristema fundamental y el procambium provienen del corpus y las capas superficiales de la túnica. El procambium da lugar al xilema primario, el floema primario y el cambium vascular. La diferenciación de estos tejidos en el brote está estrechamente ligado al desarrollo de las hojas. El protodermo, el procambium y el meristema fundamental originan los tejidos básicos de la planta.

El crecimiento secundario es el responsable del grosor del tallo que lo constituye el Cambium, el cual produce células de xilema al interior y de floema al exterior, así también es el responsable de la formación del felógeno;

este tejido produce células adyacentes a la epidermis que formará la corteza y hacia el interior células que conformarán la felodermis.

A partir del tallo en desarrollo, aparecerán las hojas y en las axilas de las mismas se formarán los meristemos laterales, tal es el caso de las dicotiledoneas que al desarrollarse formará el esqueleto del árbol a través de las ramas primarias, secundarias, terciarias, etc. Sin embargo, en las monocotiledoneas el crecimiento de estas plantas también reside en el meristema apical, en el se originan los primordios foliares.

Cada meristema presenta estructuras de protección, que al desarrollarse un brote las escamas se abren y caen lo que denota cicatrices en el tallo.

Los nudos son partes del tallo en los cuales se encuentran insertas las hojas. Los entrenudos, es la parte localizada entre dos nudos o sea la longitud entre una yema y otra; los entrenudos son cortos en la parte apical del tallo y mas largos en la parte inferior, producto del alargamiento de las células y los tejidos que lo componen.

Los tallos varían en su estructura, encontramos herbáceos, leñosos y tallos modificados como el caso de la piña, el plátano, pitahaya, granadilla.

Las yemas son pequeños órganos que se encuentran en las extremidades de los tallos y en las axilas de las hojas, y de acuerdo a su localización en la planta se clasifican en yemas terminales y laterales ó axilares.

Estos órganos están protegidos por brácteas que al desarrollarse darán origen a tallos, hojas y flores, y de acuerdo al tipo de estructura anatómica que desarrollarán se clasifican en yemas vegetativas las cuales desarrollan tallos y hojas, yemas florales y yemas mixtas las cuales pueden desarrollar hojas y flores.

Funciones del tallo

Transporte

Se da a través del xilema, el cual transporta agua y nutrientes en base al proceso de transpiración.

Por el floema se mueven los fotosintatos elaborados en las hojas a través del proceso de fotosíntesis los cuales se mueven en base a la relación fuente demanda, así también por flujo de presión, difusión y transporte electroquímico.

Reservas

Las reservas que almacenan son principalmente almidón el cuál se acumulan en las células del parenquima de los haces vasculares y en las células de la corteza.

Soporte y estructural

La estructura completa formada por ramas primarias, secundarias, etc.; constituirán el esqueleto que sostendrá la producción de frutos y toda el área foliar producida.

Material de propagación

El uso de las partes jóvenes de una planta para fines de propagación ha dado muy buenos resultados a través del método de injerto utilizándose yemas así como por el método del acodo, estacas, etc.; con un fácil enraizamiento.

2.2.2.- Las hojas

Constituyen la parte más importante de cualquier vegetal superior ya que en ellas se realiza el proceso de fotosíntesis y transpiración.

Una hoja esta formada por una Lamina foliar que se caracteriza por ser delgada y expandida, el peciolo que une a la lamina y la base de la hoja.

Funciones de las hojas

Fotosíntesis

Cada especie tiene un ciclo en particular, la gran mayoría de los frutales tropicales presentan el ciclo C_3 , sin embargo, existen otros frutales como la piña, pitahaya que su mecanismo fotosintético está formado por el ciclo C_4 y

C₄, conociéndose este mecanismo como Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (MAC). Las monocotiledóneas presentan el ciclo C₄.

Transpiración

Esta función está relacionado con la fotosíntesis, ya que parte del agua es utilizado en este proceso y el resto es transpirado. Se conoce que solo el 1 por ciento del total de agua absorbida por las raíces la planta lo utiliza y se ha llegado a concluir que de ese 1 por ciento el 0.9 por ciento se usa en la hidratación de las células y el 0.1 por ciento se utiliza en la fotosíntesis.

2.3.- Fases de la vida de un árbol

En el desarrollo de una planta, ésta pasa por tres etapas tales son: Juvenilidad, Madurez y Senescencia.

2.3.1.- Fase juvenil

Varios investigadores han estudiado el fenómeno de la juvenilidad en las plantas frutales, plantean que es el nombre usualmente dado a la fase temprana durante el cual en la planta no puede haber floración ni puede ser inducida por algún tratamiento.

Otro autor plantea que es el estado en el ciclo de la vida de una planta durante el cual las flores no pueden ser inducidas a formarse.

Independientemente de la forma de conceptualización esta etapa de la vida de las plantas todas conducen hacia la ausencia de flores y su imposibilidad para formarlas.

Una planta es juvenil en todos sus tejidos hasta que llega a la fase de transición, que es un período entre las fases adulta y juvenil, durante la cual la floración puede ser inducida por tratamientos artificiales. Sin embargo, los tejidos juveniles no se alteran, aunque el resto de la planta alcance su fase de transición y posteriormente adulta. Estos tejidos permanecen *in situ*, en la base del árbol durante su vida; de tal manera que en una planta adulta podemos reconocer tres zonas: a) una zona juvenil, en la base del árbol; b) una

zona de transición, en la parte media del árbol y c) una zona madura, ubicada en la parte superior de la copa.

Los tejidos de la zona de transición presentan características intermedias entre los de la fase juvenil y la fase adulta; así, la floración puede ocurrir en los tallos en transición, pero no tan fácilmente como en los tallos adultos.

Cuadro 6.- Duración del período juvenil en las especies frutales.

Especie	Duración en años	Especie	Duración en años
Manzano	3 a 10 (7.4)	Vid	3 a 6
Peral	5 a 12 (9.2)	Higo	5 a 7
Durazno	1 a 5	Aguacate	2 a 8
Almendro	2 a 6 (3)	Naranja	10 a 12
Ciruelo japonés	3 a 4	Toronja	8 a 10
Chabacano	3 a 4	Limón	3 a 4
Cerezo dulce	4 a 5	Lima	2 a 3
Cerezo ácido	3 a 4	Tangerina	2 a 5
Frambuesa	2 a 3	Macadamia	3 a 6
Arándano azul y agrio	1 a 4	Café	3 a 5
Fresa	4 a 15	Mango	8 a 10
Nogal pecanero	5 a 9	Cocotero (alto)	5 a 7
Nogal de castilla	3 a 4	Cocotero (enano)	3
Avellano	5 a 8	Papaya	4 a 8 meses
Pistacho	3 a 4	Cacao	2 a 6
Olivo	5 a 8		

Características del estado juvenil

Además de la incapacidad para florear las plantas juveniles se caracterizan por presentar distintos rasgos fisiológicos y morfológicos, los cuales involucran: forma de la hoja, vigor de crecimiento, hábito de ramificación, presencia de velocidad, presencia de espinas, características cuticulares de la hoja, características de la corteza, contenido de ARN en los tejidos es mas baja, habilidad de enraizamiento de las estacas, pigmentación del tallo, grosor de las hojas, el alto contenido de

gibberelinas, etc.

En las plantas leñosas la longitud del período juvenil puede durar desde un año hasta 30 ó 40 dependiendo de la especie (Cuadro 6).

Importancia del estado juvenil

El retraso de la floración causado por una fase juvenil larga es uno de los principales problemas que se enfrenta el mejorador de frutales, debido a que se alargan mucho los ciclos de mejoramiento.

La juvenilidad es importante para los propagadores en el enraizamiento de estacas. Las estacas de muchas especies forman raíces adventicias más fácilmente cuando son tomadas de tejido juvenil que cuando provienen de tejido adulto.

Como acortar la juvenilidad

Esta fase, puede ser modificada a través de técnicas de manejo y alteración artificial de las condiciones ambientales.

Precocidad genética.

La longitud de la fase juvenil es heredada aunque también puede ser modificada variando los grados de diferentes factores. El acortamiento de la fase juvenil se ha logrado en diversas especies a través de la selección y mejoramiento. El mejoramiento para precocidad puede no solo incrementar la eficacia del mejoramiento sino que puede tener una ventaja en la producción comercial, debido a la relación entre la juvenilidad corta y la producción precoz de los árboles injertados.

A algunas especies subtropicales y tropicales como los cítricos y aguacate se ha encontrado variabilidad genética para precocidad.

Presencia del factor tamaño

Los experimentos en los cuales se ha usado el control de factores ambientales para acelerar el crecimiento muestran claramente la importancia del crecimiento de la planta, de tal manera que alcancen un tamaño grande lo más pronto posible.

Las plantas vigorosas de Cítricos e Higos tienden a florear más temprano que las plantas débiles.

Factores ambientales y nutricionales

El período juvenil ha sido acortado en diversas especies controlando uno o varios factores en el ambiente en donde se desarrollan las plantas. El fotoperíodo largo en combinación con altas intensidades de luz ha sido una de las técnicas principales, aunque el control de la temperatura, suministro de agua y suficientes nutrientes también han sido utilizados. Todos estos factores conducen a la planta a lograr un tamaño grande con rapidez.

La floración precoz de Toronja está influenciada por la temperatura. Con frecuencia en el primer año se forma una flor terminal y posteriormente vuelve a florear hasta que tiene 5 a 10 años de edad. Las temperaturas bajas del día y la noche (20 a 26 y 7 °C respectivamente) inducen a floración, mientras que las temperaturas altas del día (29 a 38) la inhiben, aún cuando las temperaturas de la noche sean bajas.

La técnica de cultivo de embriones también puede ayudar a acortar la juvenilidad, debido a que crecen plantas más vigorosas que florecen más temprano.

Injertación

La injertación de plantas de semilla sobre árboles adultos se ha usado para adelantar la fructificación en muchos frutales, pero parece no tener efectos en los cítricos y el aguacate.

Algunas evidencias sugieren que el proceso de injertación por sí mismas puede inducir floración más temprana. Las plantas de Higo injertadas sobre patrones francos al tercer año florecen, mientras que las que crecieron sobre sus propias raíces requirieron de 5 a 8 años para fructificar.

Anillado

El anillado del tallo removiendo una banda de corteza o haciendo incisiones o estrangulaciones, se ha usado para intentar inducir floración en árboles en estado juvenil y se ha encontrado que solo en algunas especies es efectivo. El efecto del anillado depende de la estación del año en que se haga y del estado fenológico y edad de la planta.

Algunas plantas de cítricos anilladas en su segundo año florecieron al año siguiente. Las plantas jóvenes de mango pueden fructificar en dos años si se injertan sobre brotes en edad productiva y si el brote es defoliado y anillado.

Reguladores del crecimiento

En general los intentos para inducir floración temprana con reguladores del crecimiento han fallado.

Algunos árboles presentan una fase intermedia o de transición entre la etapa juvenil y la adulta, dándose en los primeros años una producción pobre, lográndose estabilizar la producción al cabo del tercer año.

2.3.2.- Fase Madura

La etapa de madurez; se inicia a partir de las primeras yemas florales y frutos, la producción sigue creciendo hasta un nivel mas allá del cual no hay aumentos significativos o sea se mantiene constante. Sin embargo la duración de ésta etapa va a depender del manejo que se le brinde al cultivo. Por otro lado ésta etapa se caracteriza por mantener una relación entre el crecimiento y la reproducción dado por la cantidad de ARN/ADN, siendo mas alta lo que mantiene el equilibrio.

2.3.3.- Fase de la senectud

La etapa de Senectud, se observará que poco a poco los niveles productivos disminuirán, sin embargo predomina la diferenciación sobre el crecimiento vegetativo. Lo que ocurre es que hay presencia abundante de flores, que generalmente no es productiva y de una vegetación cada vez mas escasa, débil y poco eficiente.

Con el tiempo los árboles se vuelven caducos y mueren, previa la existencia de un cierto número de años improductivos, no por la carencia de flores sino por la carencia de suficiente follaje.

El excesivo desarrollo de la vegetación frecuentemente implica relativas bajas de producción.

En el cultivo de árboles frutales una característica muy importante para optimizar la producción es el balance entre la actividad vegetativa y reproductiva.

2.4.- Inducción floral

2.4.1.- Introducción

Para que un árbol frutal llegue a producir frutas se requiere que primero se formen las flores, ya que éstas en sus transformaciones darán lugar a las mismas. El fruticultor debe intervenir en la fisiología del árbol para propiciar condiciones favorables para que sobre el mismo, de acuerdo a los hábitos de fructificación, se formen las flores en el número conveniente, las cuales representarán su futura cosecha de frutos.

La flor se origina a partir de yemas florales que se encuentran colocadas en las ramas en forma axilar o en forma terminal, según el tipo de especies. La formación de las yemas florales está determinada en un árbol por una multitud de factores, muchos de ellos todavía no bien conocidos. Sin embargo, se pueden reconocer los factores endógenos y exógenos que intervienen en el fenómeno de la inducción floral.

2.4.2.- Factores endógenos

Carbohidratos

Los carbohidratos son almacenados en los tejidos leñosos de la planta como el tronco, las ramas y las raíces, constituyendo una reserva de energía; estos carbohidratos pueden ser movilizados al momento de la floración y fructificación en forma de azúcares solubles hacia los sitios de utilización. Esta teoría indica que si se tiene una alta relación C/N se promueve la floración, mientras que si la relación C/N es baja ésta se inhibe. Sin embargo, el soporte experimental que existe ahora nos indica que la teoría no es del todo cierta, ya que en muchos casos se reporta estímulo de la floración por los fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, también se ha observado que el contenido de

carbohidratos está altamente relacionado con la capacidad de iniciación floral de algunos frutales.

La acción positiva de los carbohidratos se evidencia cuando se efectúan algunas técnicas como el anillado o el doblamiento de las ramas; el anillado incrementa las reservas de carbohidratos en la zona arriba del anillo, y también, aumenta la floración y la fructificación.

Algunos ejemplos que podemos mencionar sobre el efecto del anillado es la acumulación de los carbohidratos y su efecto positivo en la floración lo muestran los siguientes; en Mandarina 'Murcott' el anillado de ramas en Octubre aumentó en 2 a 3 veces los contenidos de almidón de las hojas y se incrementó dramáticamente la floración, indicando que los niveles de carbohidratos son un factor limitante para la formación de flores.

Fitoreguladores.

Los fitoreguladores intervienen en el proceso ya que cuando una planta pasa de la fase vegetativa hacia la fase reproductiva muchos genes, antes inoperantes, son activados en un gran número de células del ápice del brote; los fitoreguladores pueden alterar la expresión del genoma y, entonces, controlar la inducción floral.

Aplicaciones externas de fitoreguladores de síntesis pueden estimular o afectar la floración; por ejemplo la aplicación de giberelinas inhibe la floración mientras que sustancias retardadoras o inhibidoras de crecimiento tal como el pacobutrazol, ethrel, etc., bloquean la biosíntesis de giberelinas, estimulando la floración. La alta concentración de giberelinas está generalmente asociada a la diferenciación de las yemas en el sentido vegetativo, como demuestra la correlación por lo general inversa entre la longitud de los brotes y la presencia de yemas florales, y también por el mayor contenido de giberelinas en los brotes vegetativos.

Algunos retardantes del crecimiento tienen efectos sobre la reducción del crecimiento vegetativo y promoción de la floración.

Algunos ejemplos de productos retardantes del crecimiento, en donde se ha experimentado y aplicado a niveles de producción con resultados positivos, como por ejemplo:

El Cycocel (CCC), ha incrementado la floración en mango y limón, utilizando dosis de 3000 mg/l. Este mismo producto se ha observado buenos resultados en el cultivo de la Vid y se sugiere que su efecto es sobre la inhibición de la síntesis de giberelinas y promoción en la síntesis de Citocininas.

El TIBA (Acido 2, 3, 5-Triiodobenzoico), ha incrementado la floración en la Vid.

El Etefón (Ácido [2-Cloroetil] fosfórico), ha incrementado en piña, mango la floración. Las dosis aplicadas fluctúan entre 50 y 1000 ppm. Para el caso de la piña se recomienda aplicar de 100 a 500 cc por planta obteniéndose los primeros efectos al séptimo día después de la aplicación.

En piña a una solución de Urea al 2 % ajustada a un pH de 9 con Carbonato de Sodio y adicionando 10 ppm de Etefón indujo hasta el 90 % de plantas a floración, dentro de 50 a 60 días después del tratamiento.

En la variedad Cayena lisa en piña, se ha utilizado con mucha frecuencia el Acetileno o Carburo de Calcio (CaC_2), el cual libera Acetileno y la mejor respuesta se ha obtenido al aplicarlo durante la noche o por la mañana (5:30 o 6:00 am)

En los árboles caducifolios, donde la inducción antógena ocurre durante las primeras etapas del desarrollo de los frutos, (es decir en el año anterior a la floración) ha sido reportada una fuerte inhibición de la inducción por parte de ellos, supuestamente debido a la producción por parte de los frutos y de la semilla, de fitoreguladores, particularmente auxinas y giberelinas, y también debido a la competencia que los frutos ejercen en la utilización de los metabolitos que necesitan para la inducción; esta inhibición ha sido notada también en los cítricos.

Según una hipótesis reciente, la inducción antógena se efectuaría debido a una concentración de sustancias metabólicas en los meristemas de las yemas, bajo la acción de estímulos térmicos o fotoperiódicos; estos actuarían influenciando

la producción de citocininas, las cuales mandarían las sustancias metabólicas hacia la zona central de los ápices que es la interesada en la diferenciación.

También la acción del Ácido Absísico, está siendo investigada, y por lo general, se encuentra una elevada concentración en las yemas florales así que se hipotiza una acción estimuladora del ABA en la inducción.

El ABA, como las citocininas, es sintetizado en las raíces y su producción aumenta en condiciones de estrés tal como un período de sequía o de bajas temperaturas.

Las hojas juegan un papel de fundamental importancia en la regulación de los procesos de diferenciación de las yemas y su contribución en la inducción antógena ha sido establecida en muchas especies incluyendo el mango y el naranjo. La defoliación del brote acompañado del anillado en el mismo efectuados antes de que el proceso de inducción sea irreversible, hacen que las yemas se conviertan todas en vegetativas.

2.4.3.- Factores exógenos

Temperatura y humedad

Muchas especies frutales requieren, para que se lleve a cabo la inducción antógena, de un periodo de frío o de sequía, durante el cual se detiene el crecimiento vegetativo y se realiza acumulación de almidón en los tejidos.

Generalmente, los frutales caducifolios que crecen en clima templado o frío (manzano, pera, durazno) requieren de un período de bajas temperaturas ($7\text{ }^{\circ}\text{C}$) cuya duración varía con la especie y con la variedad: si falta este período frío, no se realiza la inducción floral, y ésta es la razón fundamental por lo que no es posible el cultivo productivo de estas especies en las bajas altitudes de las áreas tropicales.

Los frutales perennifolios de climas subtropicales o tropicales, requieren de un periodo de temperaturas relativamente bajas (alrededor de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$), pero a falta de eso la inducción puede llevarse a cabo en la presencia de una marcada época de sequía.

Se ha encontrado que las temperaturas son un factor importante en la formación de flores de varios frutales, entre los que se encuentran los cítricos, aguacate, Lichi, mango, cacao, café, macadamia, piña y vid dentro de los cultivos perennifolios.

El comportamiento de algunos cultivares de especies frutales se ha observado por ejemplo de la siguiente manera: En naranja Valencia (tardía), la iniciación floral ocurre a temperaturas bajas (10 a 15 °C) y a medida que incrementan disminuye la iniciación floral, al grado de que a temperaturas de 36 °C durante el día y 31 °C durante la noche se forman muy pocas flores y éstas caen antes de Abril.

En aguacate Fuerte, las flores se forman a temperaturas diurnas de 20 °C o menos y nocturnas de 5 a 15 °C, ya que al presentarse tan sólo una hora por día a 25 ó 30 °C la floración es inhibida.

En el caso del mango se ha encontrado una alta relación entre las temperaturas y la cantidad de flores perfectas que se forman en una panícula, observándose el mayor porcentaje de este tipo de flores a temperaturas más altas.

En la variedad Haden, en mango, la inducción floral de yemas axilares es mayor en árboles sometidos a bajas temperaturas (13 a 19 °C) durante dos semanas o más. Económicamente tiene ventajas la inducción de panículas axilares ya que se asegura una buena cosecha si resultan dañadas las terminales. En algunas ocasiones la inducción de yemas axilares se ha utilizado para producir en el año improductivo (off) y de ésta manera se evita la alternancia de producción.

En el cultivo de Macadamia, se encontró que las yemas florales se inician con temperaturas nocturnas de 12 a 21 °C y se sugiere que se requieren temperaturas frescas para la iniciación.

La iniciación de flores en vid es promovida por temperaturas entre 20 y 25 °C, mantenidas por un lapso de 4 horas por día o noche y durante un período de tres meses.

Fotoperiodo

Por lo que concierne a la acción del fotoperiodo se considera que las especies de origen tropical no sean susceptibles, ya que no hay, en las bajas latitudes, una variación significativa de ello.

En algunas plantas, la longitud del día regula tanto la iniciación floral como la detención del crecimiento vegetativo, y de acuerdo a esto se han clasificados las plantas, siendo:

Plantas de día corto. En las cuales sólo ocurre la floración bajo longitudes de días mas cortas que una duración particular, conocida como longitud de día crítica.

Plantas de día largo. En las cuales sólo ocurre la floración bajo longitudes de día que exceden a la longitud de día crítica.

Plantas de día neutro o plantas indiferentes, son aquellas donde la floración no es afectada por la longitud del día.

Para el caso de los cultivos tropicales, por encontrarse en una zona donde prácticamente las temperaturas no son bajas, como efecto relativo a la inducción de la floración se puede producir por efectos de una corta época de sequía de 2 a 3 meses, estresándose con el objeto de promover ABA y citocininas las cuales van a cambiar el comportamiento de las yemas vegetativas a yemas florales finalizado éste período de estrés, donde se puede hacer uso del riego como método para romper con esta etapa y obligar a producir flores.

Los factores examinados anteriormente no actúan individualmente, pero se le puede reconocer en algunos casos, una importancia más inmediata a uno mas que a otro. En general se considera que los factores, de cualquier índole que favorecen la formación de yemas vegetativas y la vegetación son contrarios a la floración, es decir, a la diferenciación floral. En base a este concepto, como se verá después, se desarrollan todas las prácticas tendientes a estimular o a disminuir la inducción antógena.

En cuanto a la época en que se realiza la inducción, se admite que en las especies perennifolias, la inducción ocurre poco antes de la floración, aproximadamente de 1 a 3 meses.

2.5.- Flor y floración

2.5.1.- Introducción

Una flor completa esta formada por: pedúnculo, cáliz, corola, androceo y gineceo.

Androceo.

Esta constituido por el conjunto de estambres que son los órganos masculinos de la flor. Esta formado por las anteras quienes contienen los granos de polen, que a la vez fecundan a los óvulos para la formación del embrión o cigoto.

Gineceo.

Representa el órgano femenino y está formado por el ovario, estilo y el estigma. El ovario puede ser supero o infero de acuerdo a la posición que ocupa con respecto a las demás partes florales, pues será infero si se encuentra debajo de todas ellas y supero si se encuentra arriba.

El ovario es la parte más importante porque dentro de él se encuentran los óvulos o gameto femenino.

Las plantas se clasifican de acuerdo al sexo que poseen, tales como: Plantas de flores hermafroditas, si se presentan en la misma flor las dos partes sexuales: ej. Naranja, guayabo.

Plantas de flores monoicas: son las plantas que poseen flores unisexuales.

Plantas de flores diocas: son aquellas que poseen flores unisexuales, o sea solo flor masculina o flor femenina, éstas flores son muy llamativas, muy vistosas: ej. algunas de las variedades de papaya.

Plantas de flores poligamas: es cuando existen flores hermafroditas y flores unisexuales, tales es el caso del Aguacate, mango.

2.5.2.- Polinización

La polinización es la transferencia de los granos de polen desde la antera a el estigma de la flor.

La polinización se realiza una vez que la flor esta abierta y es funcional, es decir que sus órganos están maduros.

Cuadro 7.- Tipos de inflorescencia en las especies frutales.

Especie	Tipo de inflorescencia
Aguacate	Panicula axilar o terminal. Hermafrodita y dicogama.
Cacao	Cima, cojín floral. Hermafrodita.
Café	Racimos axilares. Hermafrodita.
Nispero	Simples o en grupos terminales. Hermafroditas.
Coco	Espádice o en base, o en ápice. Monoica.
Guayabo	Simples o en grupos, axilares de ramas de un año. Hermafroditas.
Mandarina	Simples o agrupadas en axilas de hojas. Hermafroditas.
Mango	Panicula. Hermafroditas y masculinas en la base.

La polinización puede realizarse en una flor hermafrodita mediante la llegada a su estigma de su propio polen (autopolinización), sin embargo, en algunos casos la morfología de la flor o la fisiología de la antesis impiden la autopolinización; por ejemplo: cuando los estigmas son mas largos que las anteras y entonces el polen no puede alcanzarlos, o cuando no hay sincronización de los estigmas y la disponibilidad de polen maduro, como ocurre en aguacate.

En los árboles frutales perennes el caso más frecuente es la polinización cruzada, entre las flores de una misma planta o entre las de plantas vecinas.

El traslado del polen puede efectuarse simplemente por medio de la gravedad, o llevarse a cabo por la acción del viento (anemófila), o la intervención de los insectos (entomófila), o de ambos factores.

El papel de los insectos en la polinización de la mayor parte de los árboles frutales es muy grande, y es generalmente reconocido que en presencia de ellos aumenta el porcentaje de frutos cuajados.

Los insectos polinizadores pueden ser de muchas clases; tales como mariposas, avispas, abejas, pero que se reconocen como los principales polinizadores a éstas últimas; las abejas son los insectos que poseen una gran actividad y en su constante movimiento en busca del néctar y de polen pueden visitar durante 8 horas no menos de 2,000 flores; en plena época de floración una abeja puede llevar a la vez varios miles de granos de polen.

Factores que afectan la polinización

Temperatura

La temperatura óptima para la polinización según la especie esta entre 23 a 27 grados centígrados.

Bajas o altas temperaturas afectan el proceso de polinización, siendo afectado la germinación del tubo polínico, producto del secado del líquido estigmático. Bajas temperatura disminuyen la actividad misma de las abejas.

Precipitación

Las lluvias tienen un efecto nocivo en la polinización, ya que por una parte impiden el trabajo de las abejas y por el otro lado lavan el líquido estigmático, provocando una difícil adhesión de los granos de polen. En las anteras, la humedad y las bajas temperaturas entorpecen la dehiscencia, a la vez causan la aglutinación de los granos de polen que llegan a formar grupos, con lo cual dificulta el transporte y movilidad de los mismos.

Vientos

Los vientos secos y calientes poseen también una acción muy perjudicial sobre la polinización al influir en los estigmas secando el líquido estigmático adherente e impidiendo la retención de los granos de polen. Por otro lado, los vientos de gran velocidad son indeseables debido a que tienen una acción mecánica sobre las flores en su conjunto, provocando la caída de muchas de ellas.

La alta humedad relativa favorece la proliferación de la Antracnosis en la flor, mientras que la baja humedad relativa provoca la deshidratación de la misma.

2.5.3.- Fecundación

Es el proceso por el cual los granos de polen depositados sobre los estigmas se instalan, germinan, desarrollan el tubo polínico, hasta llegar al ovario y fecundar el óvulo.

Tanto la germinación del grano de polen como el recorrido del tubo polínico a lo largo del estilo tienen valores más o menos fijos, en cuanto al tiempo, para las distintas especies y variedades de frutales; siendo estas modificadas por el medio ambiente presente. En término medio para la primera se puede suponer de 2 a 16 horas, mientras que para el segundo caso pueden considerarse de 1 a 15 días en los árboles frutales.

La penetración del tubo polínico a lo largo del estilo es un proceso que implica un sinnúmero de acciones físicas y químicas ya que el estilo no es un tubo, sino un tejido compacto que hay que atravesarlo. El tubo polínico requiere ser vigoroso, bien constituido y fuerte para realizar la penetración por el estilo lo más rápidamente posible y llegar al ovario antes de que el óvulo se degenera y se descomponga como proceso normal en el tiempo. Por ello, la buena nutrición en los árboles es importante ya que determina células sexuales fértiles y de gran vigor.

El lento poder de penetración del tubo polínico es la causa determinante de la esterilidad de muchas variedades de árboles frutales.

Al entrar en contacto con el óvulo, el tubo polínico se dirige hacia el micropilo de él, por el que penetra a su interior para fundirse con la oófera o célula madre, dando lugar a un nuevo embrión o cigoto.

Como efecto de la fecundación del óvulo, las células que constituyen las paredes del mismo adquieren un carácter meristemático y comienzan a dividirse con gran rapidez aumentando el tamaño del órgano y empezando la formación del fruto.

En esta etapa hay un progresivo aumento del contenido de promotores particularmente auxinas y giberelinas.

El polen, además de ser una rica fuente de auxinas y giberelinas, ejerce una acción de estímulo, induciendo la producción de promotores en el ovario que al comienzo se caracteriza por un bajo porcentaje de giberelinas.

El porcentaje de flores que es fecundado y se llegan a convertir en frutos es generalmente muy bajo del orden del 1 al 3 % o menos en cítricos, mango y aguacate.

En condiciones normales, el árbol regula su producción de frutos de acuerdo a su estado fisiológico, es decir de acuerdo a su capacidad de sintetizar suficiente materia orgánica para garantizar la nutrición de ellos.

Desde el inicio de la floración hasta el momento de la cosecha es normal el desprendimiento o caída (primero de flores y después de frutos en muy diversos estados de desarrollo) lo que poco a poco va mermando la teórica producción inicial de acuerdo al estado fisiológico del árbol, y en concordancia a los porcentajes promedios antes citados.

2.5.4.- Esterilidad

El cumplimiento de la fecundación puede ser impedido por el fenómeno de esterilidad, que está relacionado a factores ambientales adversos o a factores genéticos.

Se pueden reconocer varios tipos de esterilidad entre ellos tenemos:

a.- Esterilidad de origen genético.

La cual se presentan diversas formas como: esterilidad morfológica, esterilidad citológica y la esterilidad factorial.

b.- Esterilidad de origen fisiológico.

c.- Esterilidad de origen ecológico.

Esterilidad de origen genético

La esterilidad morfológica se manifiesta con la transformación parcial o el desarrollo imperfecto de los órganos sexuales, es decir con el aborto mas o

menos totales de los estambres (androesterilidad) o el ovario (ginoesterilidad). Es común que en las especies con flores hermafroditas un porcentaje más o menos alto de ellas resultan imperfecto.

La esterilidad citológica, depende de irregularidades que ocurren en el transcurso de la micro y macrosporogénesis o también en las primeras etapas de desarrollo del cigoto, después que haya ocurrido la fecundación. Irregularidades generalmente relacionadas a perturbaciones en el arreglo cromosómico al momento de la meiosis o del acto fecundativo que se traducen en la formación de polen con número diploide de cromosomas.

Esta forma de esterilidad se manifiesta con la escasa facultad germinativa del polen o con la degeneración del gametofito o del embrión.

La esterilidad factorial o autoincompatibilidad es causada por la presencia de genes letales recesivos tanto en las células somáticas como en las sexuales que determinan la velocidad de penetración del tubo polínico a lo largo del estilo de la flor.

Cuando en el polen, como en el estilo existe el mismo gen de esterilidad, el avance del tubo polínico se obstaculiza y en la mayoría de los casos se detiene completamente, resultando imposible la fecundación. Esto explica la presencia de variedades autoestériles y la necesidad de fecundación cruzada.

Esterilidad de origen fisiológica

La esterilidad de origen fisiológica es atribuible generalmente a la carencia de nutrientes que afectan la germinabilidad del polen, puede determinar el aborto del ovario o la caída precoz de las flores recién cuajadas.

Esterilidad de origen ecológica

La esterilidad de origen ecológica es causada por factores ambientales adversos que afectan sobre todo los procesos de polinización como anteriormente se a explicado.

Es importante que se maneje los siguientes términos para entender el estado de fertilidad de las especies:

Autofértil: Cuando un árbol es capaz de autofecundarse satisfactoriamente.

Interfértil: Cuando a la vez puede fecundar a otro de otra variedad.

Autoestéril: Las variedades que no pueden realizar su propia fecundación.

Interestéril: Son aquellas que no son capaces de fecundarse entre sí.

Una variedad que sea autoestéril necesita para producir frutos, ser fecundada por otra con la que sea interfértil y que además tenga una época de floración que coincida con la primera.

2.6.- Formación y desarrollo del fruto

2.6.1.- Introducción

La fecundación es el primer paso en el desarrollo del fruto. La estimulación hormonal por el tubo polínico en crecimiento y posteriormente la producción hormonal por las semillas en desarrollo son normalmente procesos necesarios para el amarre y la puesta en marcha del mecanismo de desarrollo del fruto y en esencia la ontogenia del mismo comienza con la fecundación.

El desarrollo del fruto frecuentemente se inicia con la división celular, la cual es seguida por un alargamiento celular. El período de división celular eventualmente se restringe a un período muy corto, mientras que el alargamiento es siempre de mayor duración. Algunos frutos crecen en 200 a 300,000 veces su tamaño original y su volumen celular se incrementa en las mismas proporciones. Uno de los mayores incrementos es mostrado por el aguacate.

2.6.2.- Estimulos para el desarrollo

Las auxinas liberadas del tubo polínico son el estímulo primario que inicia el desarrollo del fruto. El segundo estímulo necesario para mantener el crecimiento del fruto emana de las semillas en desarrollo y en particular del endospermo. Con la polinización se inicia una renovación de las actividades del crecimiento en el ovario, el cual presenta un cierto período de inactividad y

detención del crecimiento antes de la fecundación. Las sustancias hormonales producidas en las semillas tienen un efecto estimulativo sobre la actividad meristemática. El estímulo del crecimiento se inicia entonces en los óvulos fecundados, extendiéndose de la placenta a la pared del ovario, al receptáculo, al pedúnculo y eventualmente a otras partes accesorias; tales como hojas del perianto, sépalos y estambres. Además las auxinas controlan y eventualmente evitan la abscisión floral por difusión en el pedúnculo.

Es bien conocido que las semillas en desarrollo ejercen una alta influencia sobre el crecimiento del fruto. Frecuentemente el peso del pericarpio está relacionado con el número de semillas desarrolladas. Pueden ser claramente aparentes una relación entre el número de semillas y el peso final del fruto, por un lado, y entre la distribución de éstas y la forma final del fruto, por el otro.

Los frutos partenocarpicos; tales como el banano, la piña, toroja 'Marsh', la naranja 'Washington navel' y el limón 'Eureka', pueden desarrollarse sin semillas, debido a que son capaces de sintetizar auxinas en la pared del ovario por sí mismos. Los frutos partenocarpicos producidos artificialmente con AIA difieren de los frutos normales sólo en la falta de embrión y desarrollo del endosperma.

Cinco hormonas toman parte en la regulación del crecimiento del fruto: auxinas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. En frutos jóvenes el sitio de producción de auxinas es la semilla, pero después, alguna producción de auxinas puede tener lugar en la pulpa. El etileno, el cual es generado en el citoplasma, es únicamente responsable de la abscisión y madurez, sino también ayuda al crecimiento del fruto. En general, las sustancias del crecimiento juegan un papel importante en la dirección del movimiento y utilización de nutrientes; así como el metabolismo estimulativo de la división, alargamiento y madurez celulares.

2.6.3.- Formación de la semilla

a.- Formación del endosperma.

Inmediatamente después de la fecundación, se produce una intensa división celular donde se forma el endospermo, o sea el tejido de reserva del embrión.

Esta actividad de multiplicación tiene un lapso de duración de aproximadamente 3 a 4 semanas.

b.- Diferenciación del embrión.

A continuación sigue una fase, durante la cual las distintas partes del embrión se diferencian debido a una rápida multiplicación celular, en la que este se nutre de las células del endospermo que lo envuelven, esta etapa dura de 4 a 6 semanas, muy variable de acuerdo con las especies y variedades.

c.- Formación de la semilla.

Durante el tercer periodo de formación de la semilla, que suele durar de una a dos semanas, tanto el crecimiento del embrión como del endosperma se detienen, y se realiza la maduración de ella, mientras que se verifica el endurecimiento de las capas protectoras de la semilla formando la cubierta protectoras llamadas testa y tegumento.

2.6.4.- Formación de la pulpa

En general el fruto se forma a partir del crecimiento de las paredes del ovario, en las cuales desde el momento de la fecundación empieza una gran actividad de división celular que determina los primeros aumentos en tamaño.

La formación del fruto no se realiza de manera exactamente igual en todas las especies, ni las distintas etapas se encuentran en ellas marcadas con igual duración o existencia, sino que en los distintos tipos de frutas hay grandes variaciones, particularmente en aquellos que poseen hueso. Sin embargo, en términos generales, se pueden reconocer, en el desarrollo de todos los frutos, dos fases; la división o multiplicación celular, la de elongación celular y maduración del fruto.

a.- División celular.

Inmediatamente después de la fecundación comienza un periodo de intensa multiplicación de las células de la pared del ovario; esta etapa dura de 4 a 8 semanas y durante ella el aumento en tamaño del fruto depende del aumento que haya del número de células.

Posteriormente, el crecimiento del fruto se detiene sensiblemente al disminuir la multiplicación celular. En este momento, en los frutos de hueso se realiza la formación completa y el endurecimiento del mismo, no observándose casi aumento en tamaño del fruto, sin embargo, aumenta notablemente el contenido de sustancias seca, durante 2 a 3 semanas.

b.- Elongación celular.

La siguiente etapa es la elongación celular, en la cual las células existentes que forman el fruto aumentan grandemente de tamaño al elongarse y adquirir grandes proporciones. En esta etapa, que llega hasta la madurez, el aumento en tamaño del fruto se debe, al aumento del tamaño de las células, las que no se dividen, salvo en casos excepcionales, como el aguacate, en el que la actividad de la división celular continúa durante toda la formación del fruto. Esta etapa generalmente dura de 5 a 10 semanas.

Debido a estos procesos el aumento en tamaño del fruto podría ser representado gráficamente como una curva de una o dos sigmoideas. Los frutos como la piña, banano, aguacate, cítricos, tamarindo y litchi, presentan la característica de un crecimiento de una curva simple sigmoideal, mientras que la mayoría de los frutos de hueso presentan una doble curva sigmoideal.

2.6.5.- Clasificación de los frutos

Se puede encontrar frutos que presentan una gran diversidad de tipos, y se han clasificado en:

a).- **Frutos simples o monocárpicos** entre ellos el **aquenio**: fruto seco indehisciente, que encierra una sola semilla, la cual no está soldada al pericarpio de la semilla, del que se separa fácilmente, ej: girasol; **Legumbre o vaina**: fruto seco dehiscente con varias semillas, ej: Guaba, Soya, Frijoles, Maní, Tamarindo; **Drupa**: fruto de mesocarpio carnoso y endocarpio duro y leñoso, que encierra generalmente una sola semilla, ej: Jocote, Mango, Nancite, mamón.

b).- **Frutos agregados o múltiples**: Son formados por la unión de varios frutos simples, que provienen de una misma flor y permanecen distintos entre sí:

poliaquenos: conjunto de aquenios en número variable; **polidrupa:** conjunto de drupas sobre un receptáculo seco.

c).- **Frutos sincarpicos o soldados:** Proviene de una sola flor que posee un solo ovario con dos o más carpelos soldados entre sí; **Balausta:** fruto seco con dehiscencia parcial e irregular, cavidad única dividida por falsos tabiques membranosos a los que se adhieren las semillas; **pomo:** fruto carnoso con varias semillas en un endocarpio carnoso, ej: Manzana, pera; **Baya:** fruto carnoso en que se distingue una sola cavidad, ya que los tabiques de separación correspondientes a los carpelos desaparecen con el desarrollo de la maduración; contiene numerosas semillas distribuidas en el interior del endocarpio, ej: Uva, Tomate, Banano, Papaya, Guayaba, Cacao, Chayote; **pepónide:** semejante a la baya, pero de mayores dimensiones, Ej: pepino, sandía, melón, pipian, ayote.

d).- **Frutos compuestos o infrutecencias:** se forman a partir de inflorescencias cuyas diversas partes florales se modifican de distintas maneras, se desarrollan conjuntamente y aunque sean frutos distintos, tienen apariencia de un sólo fruto; **Sicono:** numerosos aquenios de reducido tamaño, situados en el interior de un receptáculo carnoso, Ej: higo; **Sorosis:** reunión de frutos carnosos, de reducido tamaño, soldados entre sí, y agrupados alrededor de un eje carnoso, ej: Piña.

2.6.6.- Caída de los frutos

Se presentan varias caídas de frutos en árboles en producción, por el hecho de ser un mecanismo histológico que regula el desprendimiento; en la base del pedúnculo se forma un estrato de tejido suberoso a lo que corresponde la separación del fruto de la rama. A nivel hormonal hay una caída de la concentración de auxinas que en el cuajado de los frutos son las que actúan para prevenir la abscisión de aquéllos. Por lo general, el desprendimiento de los frutos se verifica en una o dos veces, principalmente durante el desarrollo inicial de los frutitos.

En ciertos límites el desprendimiento es un mecanismo de autoregulación que la planta ejecuta para relacionar las disponibilidades hídricas y nutritivas a la carga de los frutos. Un excesivo desprendimiento sobre todo si se realiza

cuando ya los frutos están bien formados, puede ser la manifestación de alguna anomalía; puede ser determinado de hecho, además por una deficiente fecundación de las flores, también por estados de carencia hídrico y nutricional, por enfermedades fungosas o plagas, y por el viento.

Hacia el fin del ciclo de fructificación, una o dos semanas antes de la cosecha, se puede verificar una anómala caída de los frutos cuyas causas exactas son desconocidas, pero provocada por el adelanto de la formación de la zona de abscisión en el pedúnculo que normalmente se presenta coincidiendo con la madurez.

Esta caída suele presentarse en los cítricos y se controla con la aspersión al follaje de algunos productos químicos hormonales, aspersión que se hace con suficiente anticipación a la presencia del fenómeno.

2.6.7.- Aclareo de frutos

Consiste en la eliminación de estructuras completas o parciales de flores y/o frutos indeseables, con los objetivos de aumentar el tamaño del fruto, mejorar el color, reducir la alternancia, estimular la inducción floral del siguiente año, desfasar la cosecha y evitar las roturas de ramas cuando hay excesos de carga.

Contrario al problema de la caída de frutos se puede presentar el fenómeno de un elevado porcentaje de amarre, lo que trae como consecuencia una alta producción, pero con el agravante que si se dejan todos los frutos en desarrollarse, se quedaran pequeños por la simple razón de darse una alta competencia nutrimental, siendo de mala calidad, llegando a afectar el normal desarrollo vegetativo de la planta y la inducción antógena o sea la producción del siguiente año.

Resulta adecuado bajo estas circunstancias eliminar un cierto número de frutos que se encuentran en gran cantidad en el árbol.

El aclareo de los frutos puede realizarse de forma manual, mecánica y química.

Método manual.

Consiste en eliminar frutos, flores, inflorescencia o parte de ramas productivas con la poda. Es uno de los más eficientes pero es el que consume mas tiempo.

Para el caso de la vid, se recomienda raleos de las inflorescencias realizando cortes en los racimos con tijeras de podar a la mitad o 2/3 partes de la longitud, además cuando se presenten muchas inflorescencias se deben hacer la eliminación completa de racimos principalmente los pequeños o muy grandes, el raleo de los frutos en forma aislada ó en forma compacta.

Método mecánico.

El uso de vibradores de tronco, los cuales se utilizan en la cosecha, se fija al tronco del árbol y se sacude cayendo los frutos pequeños. El operador de la máquina debe tener el cuidado de no ejercer mucha presión para no dañar el tronco.

Método químico.

En plantaciones intensivas y mas en países que han desarrollado la técnica de aclareo de frutos han logrado llegar a equilibrar el valance productivo de la planta.

Los productos herbicidas mas utilizados para el aclareo tenemos entre ellos:

DNOC (Dinitro-Orto-Cresol).

Tiene propiedades herbicidas, se aplica cuando la planta está en plena floración, siendo el mecanismo principal el que quema las flores. En altas concentraciones aplicadas hay destrucción del polen, pistilo y seguido de necrosis. Promueve la síntesis de Etileno el cual actúa en el pedúnculo de las inflorescencia provocando la abscisión.

2-4D; Acido Naftalacetico (ANA); Ac. Naftaleno (NAAm).

Estos productos tienen su acción en la regulación del transporte de las auxinas, generandose un descontrol en el transporte de los fotosintatos y

Método manual.

Consiste en eliminar frutos, flores, inflorescencia o parte de ramas productivas con la poda. Es uno de los más eficientes pero es el que consume mas tiempo.

Para el caso de la vid, se recomienda raleos de las inflorescencias realizando cortes en los racimos con tijeras de podar a la mitad o 2/3 partes de la longitud, además cuando se presenten muchas inflorescencias se deben hacer la eliminación completa de racimos principalmente los pequeños o muy grandes, el raleo de los frutos en forma aislada ó en forma compacta.

Método mecánico.

El uso de vibradores de tronco, los cuales se utilizan en la cosecha, se fija al tronco del árbol y se sacude cayendo los frutos pequeños. El operador de la máquina debe tener el cuidado de no ejercer mucha presión para no dañar el tronco.

Método químico.

En plantaciones intensivas y mas en países que han desarrollado la técnica de aclareo de frutos han logrado llegar a equilibrar el valance productivo de la planta.

Los productos herbicidas mas utilizados para el aclareo tenemos entre ellos:

DNOC (Dinitro-Orto-Cresol).

Tiene propiedades herbicidas, se aplica cuando la planta está en plena floración, siendo el mecanismo principal el que quema las flores. En altas concentraciones aplicadas hay destrucción del polen, pistilo y seguido de necrosis. Promueve la síntesis de Etileno el cual actúa en el pedúnculo de las inflorescencia provocando la abscisión.

2-4D; Acido Naftalacetico (ANA); Ac. Naftaleno (NAAm).

Estos productos tienen su acción en la regulación del transporte de las auxinas, generandose un descontrol en el transporte de los fotosintatos y

hormonas; la concentración de estos elementos y principalmente de hormonas en los lugares bloqueados promueve la síntesis de etileno.

Ethrel ó Ethephon:

Son usados para el raleo de frutos ocasionado por la producción de etileno en las flores y frutos.

Para el caso de los cítricos donde se ha utilizado el Ethrel, provocando la caída de las flores al suelo a través de dosis de 250 ppm.

Todos los productos mencionados excepto el DNOC se deben de aplicar cuando se ha dado la floración.

La aplicación de éstos productos no es sencillo ya que podemos tener diferentes respuestas que muchas veces suelen ser dañinas para el vegetal. De acuerdo a esto se pueden mencionar varias ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Costos reducidos.
- Mejor control del tamaño y calidad de los frutos.
- Regula la alternancia.

Desventaja.

- Se debe tener mucho cuidado con el uso de las concentraciones, ya que si se sobrepasa producirá un sobrraleo de frutos.
- Se pueden provocar daños al follaje.
- Se presenta mucha inconsistencia en los resultados en dependencia del vigor del árbol y de las condiciones del clima.

La intensidad de aclareo va ha depender de varios factores, entre ellos:

- Vigor del árbol.
- De la floración y carga que tenga.

- . Del porcentaje de amarre que tenga.
- . De la calidad que se quiera para el mercado.
- . De los vientos.
- . De la intensidad de la poda.

2.6.8.- Maduración del fruto

La tercera etapa en la formación del fruto, una vez realizado los de multiplicación celular y de elongación celular; la constituye la maduración del fruto. Esta representa una serie de cambios químicos y físicos que tienen lugar en él y que determinan que éste llegue a tener una especial textura y consistencia así como un cierto contenido de sustancias químicas que proporcionan los peculiares aromas, colores y sabores del fruto maduro, apto para ser consumido.

La maduración del fruto es un proceso largo que necesariamente comienza al terminar el periodo anterior o de elongación celular, sino que puede tener inicio y lo tiene en la mayor parte de los casos, desde una época muy temprana, en la cual todavía le falta al fruto adquirir gran parte de su tamaño.

En frutos todavía en crecimiento, se observan la presencia de colores e incluso olores típicos de ellos en su estado de madurez, aún cuando verdaderamente ésta se presenta en su forma total con posterioridad al aumento de volumen.

Algunas sustancias como los taninos, que tienen sabor agarroso o astringente y el almidón que determina insipidez tienden a disminuir en la maduración, al igual que el contenido de ácidos. Estos últimos al combinarse con el alcohol derivados de los azúcares, da lugar a los ésteres y a los aldehidos.

El contenido de ácidos orgánicos de los frutos nunca suelen llegar a cero, sino que esto es común que se encuentren en determinado porcentaje, dependiendo mucho de ellos el sabor típico de los mismos.

Diferentes clases de maduración.

En la maduración de los frutos es importante distinguir dos períodos distintos del estado de madurez de ellos, cada uno de los cuales, a su vez, contiene una serie ininterrumpida de estados intermedios.

No es posible realizar la cosecha de las frutas en el momento en que éstas se encuentren en un estado avanzado de su maduración y posean ya todas las características organolépticas que determinan las aptitudes comestibles de ellos. Ello solo es factible de realizarse en huertos caseros, en árboles destinados al consumo familiar.

En los huertos comerciales, en los que el producto está destinado a la venta, y el consiguiente consumo en lugares muy alejados, no es posible efectuar la recolección en ese estado de madurez, ya que el largo tiempo que significan los distintos procesos de distribución y mercadeo, tales como: selección, empaque, transporte, venta al mayoreo, venta al minorista, etc: determinará que la fruta se podrá perder al sobremadurarse.

En general en los huertos, la cosecha se efectúa con mucha anticipación al estado comestible, de tal manera: que cortar los frutos verdes es lo normal para que estos resistan durante la distribución y lleguen en buenas condiciones al consumidor.

Sin embargo, existen para muchos frutos impedimentos de orden fisiológico, que no permiten una cosecha demasiado temprana de ellos, ya que si así se hiciera, éstos independientemente de que no aumentarían de tamaño, no llegarían a alcanzar en condiciones de almacenamiento, sus características deseables, propias de la madurez normal, quedarían insípidos o de sabor desagradable, faltos de aroma y de color, de textura inconveniente, posiblemente arrugados y llegando a descomponerse antes de alcanzar una verdadera madurez.

Madurez fisiológica

Es el lapso del proceso de maduración de los frutos en el cual, aún cuando éstos todavía no son aptos para ser consumidos, es decir cosechados, son susceptibles, en condiciones apropiadas de temperatura y de humedad, de

seguir transformándose y completando su estado de madurez hasta llegar a alcanzar, de manera normal sus características deseables.

La madurez fisiológica representa una serie de situaciones diversas que van desde un punto o momento temprano antes del cual no debe cosecharse, hasta el propio momento en que el fruto comienza a ser comestible.

En cualquiera de las etapas comprendidas es factible de realizarse la cosecha, debiendo ser mas temprana cuanto mayor tiempo de distribución se necesite y mas tardía en la medida en que la venta y utilización se haga con prontitud. Al máximo momento temprano se le llama punto de madurez fisiológica.

La madurez fisiológica, su duración, su época de presencia, y su determinación en las posibilidades de transformación de los frutos, representan variaciones muy notables en las diversas especies frutales, es el factor decisivo que indica la factibilidad del inicio de la cosecha.

Madurez de consumo

La segunda etapa de maduración, que comienza en el momento en que los frutos poseen ya cualidades que los hacen comestibles, es llamada madurez de consumo. Representa un período durante el cual se presentan diversos estados de maduración; frutas todavía ácidas y muy compactas, hasta frutas totalmente maduras que han desarrollado completamente sus características de sabor.

2.6.9.- Respiración y climaterio

Respiración

Todos los frutos efectúan la respiración, incluso aquellos que ya han sido cortados y que se encuentran en locales de almacenamiento adecuados.

La respiración, en su intensidad, esta íntimamente ligada con las distintas etapas del desarrollo del fruto.

La intensidad respiratoria se mide a través de la cantidad de anhídrido carbónico (CO₂) que desprende una unidad fija de fruto, o por la cantidad que

el fruto consume de oxígeno (O₂), en una atmósfera normal de acuerdo a la reacción de la respiración aeróbica.



Durante el desarrollo del fruto, la mayor intensidad respiratoria tiene lugar en las primeras etapas, en las que éste fenómeno se realiza a un ritmo muy acelerado principalmente en la fase de división celular.

Posteriormente la intensidad respiratoria va disminuyendo en forma paulatina durante la etapa de elongación celular durante el desarrollo del fruto, casi al final de la cual, al aparecer las características de maduración se presenta un alza significativa de la respiración. Dicha elevación en el consumo de oxígeno, que coincide con el periodo de maduración, se conoce como punto climatérico o climax respiratorio; al principio del cual es cuando se presenta la madurez fisiológica y cuando se inicia la cosecha.

Después del climaterio, de nuevo la intensidad respiratoria adquiere un ritmo menor, descendente, continuando en esa forma hasta alcanzar un muy breve nuevo aumento o máximo, conocido como crisis climatérico, a partir de la cual la intensidad de la respiración sigue descendiendo y se inicia la senectud de los frutos, la sobremaduración, la descomposición y la putrefacción.

Tipos de frutas

Frutas climatéricas

El esquema de respiración, así presentado corresponde de manera general a una gran cantidad de frutas, en las cuales al presentarse el climaterio son llamadas climatéricas. Las frutas con éstas características respiratorias constituyen la casi totalidad de ellas.

Frutas no climatéricas.

Existen otro tipo de frutas que presentan un ritmo diferente en cuanto al punto climatérico descrito. El ritmo de respiración conserva una escala descendente desde el inicio hasta la senectud del fruto, no presentando el climaterio, por lo que se les llama frutas no climatéricas.

Cuadro 8.- Ejemplos de tipos de frutas en base a su respiración. (Murray, 1997; Demerutis, 1997)

Frutos climatéricos		Frutos no climatéricos	
Banano	Nectarina	Berenjena	Okra
Plátano	Aguacate	Carambola	Limas
Chirimoya	Papaya	Cereza	Pepino
Ciruela	Maracuyá	Naranja	Pimiento
Durazno	Pera	Datil	Piña
Guava	Rambutan	Franbuesa	Sandía
Kiwi	Sapote	Fresa	Uva
Mango	Tomate	Granada	Limón
Manzana	Melón	Lichi	Pomelo
Guanabana	Fruta de pan.	Toronja	Mandarina
Guayaba			Higo

El mantenimiento del fruto en condiciones apropiadas para su consumo, evitándose o retrasándose su senectud y descomposición, depende de la aptitud respiratoria del mismo, determinada genéticamente por su particular fisiología.

Los frutos que poseen una fisiología propia, característica de la especie y de la variedad, que fije una intensa respiración serán menos susceptibles a la conservación en estado fresco, ya que llegarán mas pronto a las etapas catabólicas. Ej: la guanabana.

2.7.- Índices de madurez

Se han definido diversos índices de madurez, o sea el momento oportuno para cosechar la frutas. En el cuadro 9 se puede observar diferentes maneras de identificar el momento de corte de las frutas.

Los índices de madurez dependen para su buena determinación del estado de la planta, los cuales limitan, siendo estos los principales factores:

- Nutrición.
- Tamaño del fruto.

Cuadro 9.- Indices de madurez para frutas y hortalizas (Adaptado de Kader, 1992)

INDICE	EJEMPLOS	MÉTODO
Días desde flor, hasta cosecha	Manzana, pera, pepino	Observación fenológica
Unidades de calor acumulado	Arvejas, manzanas, uva	observación meteorológica
Morfología y estructura de la superficie	Formación de cutícula en uvas y tomates. Red en melones. Brillo de algunos frutos (ceras)	Visual
Tamaño	Todas la frutas y muchas hortalizas	Calibres, balanzas
Pesos específico	Cereza, sandía, aguacate, mango	Flotación, desplazamiento de líquido, peso/volumen
Forma	Angulosidad de los tomates, llenado de mejillas de mango, banano	Visual, dimensiones, tasas
Compacidad	Brocoli o coliflor, lechuga, repollo	Tacto, densidad, rayos x
Propiedades texturales		
Firmeza	Manzana, pera, melocotón, Kiwi	Penetrómetro
Elasticidad	Tomate, Kiwi, cereza	Durofel
Sonometría (Firmeza al sonido)	Manzana, kiwi	Sonorímetro, kiwifirm
Terneza	arvejas	Tenderómetro
Fibrosidad	espárragos	Fibrómetro
Contenido de fibra	Espárragos	Análisis químicos
Color		
Externo	La mayoría de las frutas y hortalizas	Cartas de color Reflejo de la luz (cromámetros) Emisión retrasada de luz
Interno	Manzanas, papayas	
Factores composicionales		
Sólidos solubles	Kiwi, manzana, melocotón, uva, melón	Refractómetro Espectometría nir
Contenido de almidón	Manzana, pera	Test de iodo
Relación sólidos solubles / acidez	Cítricos	Densimetría / titulación Volumetría - peso
Contenido graso	Aguacate	Extracción
Producción de etileno	Melocotón, manzana, kiwi	Cromatografía gaseosa

- Efectos climatológicos y estacionales.
- Posición del fruto en el árbol.
- Tipo de suelo.
- Humedad del suelo.
- Métodos aplicados de poda.
- Empleo de hormonas y otras aspersiones de productos químicos.

2.8.- Cosecha de frutas

La cosecha de las frutas es el procedimiento por el cual los órganos pertinentes son desprendidos de la planta madre para su posterior comercialización.

A pesar del avance continuo de la robotización, la cosecha de los productos frutícolas para consumo fresco se realiza mayoritariamente en forma manual, excepciones son la papa, y la zanahoria. Esto es debido a que mediante la cosecha manual los cosechadores pueden a) seleccionar por madurez y calidad, b) manipular los productos minimizando el daño; por otra parte la cosecha manual no requiere de grandes inversiones de capital y el empleo de personal temporario permite ajustarse rápidamente a las fluctuaciones de producción en forma eficiente. Los mayores problemas estan asociados al manejo de los recursos humanos: a) dificultad para obtener suficiente cantidad de personal calificado en el momento adecuado, b) costos adicionales al salario (seguros, régimen de pensiones, salud, etc), c) flexibilidad del régimen legal de contratación de personal temporario, d) posibilidad de huelgas durante la temporada de cosecha.

El momento del día para el corte de la fruta se hará en dependencia de las condiciones ambientales, disponibilidad de transporte y mano de obra, de las características y horarios del centro de acopio, empaque o mercado de destino. De preferencia se debe hacer por la mañana, pero sin embargo hay que tener cuidado que el ambiente no presente rocío, debido a que las frutas se vuelven susceptibles a rasguños y magullones.

Los métodos de corte de la fruta existen de dos tipos:

a.- Por retorcimiento o arrancado. Es el caso del tomate, manzanas, algunos cítricos.

Ventajas:

- Es rápido y barato.
- El producto normalmente se corta en el punto de abscisión natural, por lo que minimiza la posibilidad de ingreso de patógenos y la salinidad de agua.

Desventajas.

Si es hecho inadecuadamente el producto se puede dañar y también la planta madre.

Si el producto no se desprende en el punto de abscisión natural, por los tejidos desgarrados se facilita la entrada de microorganismos y la deshidratación.

b.- Corte mediante cuchillos o tijeras.

Ventajas.

- Los tejidos firmes son cortados sin esfuerzo, resulta más eficiente.
- Permite limpiar el producto de material vegetal inadecuado.
- El corte ofrece una menor superficie expuesta que una desgarradura, minimizando infecciones y deshidrataciones.

Desventajas

- Transmisión de virus y otras infecciones.
- Mayor costo de herramientas, mantenimiento y seguridad del personal.

CAPITULO III

FACTORES A CONSIDERAR PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO FRUTAL.

Introducción

La rama de la fruticultura es una actividad a largo plazo que necesita de fuertes inversiones iniciales y adecuados conocimientos técnicos para poder garantizar el éxito económico. Los resultados esperados dependen principalmente de las acciones y elecciones hechas en el momento del establecimiento, cualquier error en esta fase perjudica en mayor o menor medida la futura productividad de la plantación.

La decisión de establecer una determinada plantación de especies frutales es el resultado de una serie de factores de diferente naturaleza; estos son:

3.1.- Destino de la producción

Es importante analizar la situación del mercado, ya sea nacional o internacional.

No es rentable escoger una especie de fruta cuya producción satura el mercado nacional rápidamente año con año ya que el precio será siempre bajo, debido a que la demanda no es superada por la oferta del producto.

Siendo la fruticultura una actividad a largo plazo y permanente, interesa además de la situación actual del mercado, son las proyecciones que la misma tenga en el futuro al mayor plazo posible. Es necesario también conocer de las proyecciones de el establecimiento de nuevas áreas de cultivo y el incremento en producción que habrá a partir de su inicio de producción.

Siendo el balance entre la oferta y la demanda fundamentales, teniendo la fruticultura la cualidad de ser una actividad a largo plazo y permanente, no puede llegar a interesar tanto la actual situación del comercio de frutas como las proyecciones que el mismo tenga a futuros, a mayor largo plazo posible.

Cuando se habla del mercado internacional de frutas tropicales pueden distinguirse diferentes segmentos del mercado en función de los requisitos para la comercialización:

- El intercambio regional entre países en desarrollo de zonas tropicales y subtropicales; ej. el mercado centroamericano.
- El mercado norteamericano en donde los EE.UU. producen para la exportación e importan muchos de los productos tropicales.
- El mercado de lujo de otros países desarrollados como los de la Comunidad Europea y el de Japón (FAO, 1989).

Los requisitos en estos tres segmentos del mercado difieren con respecto a la presentación, embalaje, modo de transportación, distribución, promoción, calidad, lo cual se refleja en los precios de los productos frutícolas.

Los rentables mercados de los países desarrollados de altos ingresos imponen las normas más estrictas de calidad, presentación y promoción; para satisfacerles se transportan vía aérea, marítima, en las cámaras frigoríficas.

3.2.- Situación socioeconómica

3.2.1.- Ubicación geográfica

Es importante pensar que el predio donde se va a establecer un huerto frutal, independientemente de sus buenas facultades productivas, ya detectadas en él y de la demanda que exista de los productos debe poseer una determinada ubicación que permita el fácil, rápido y barato transporte de las frutas a los centros de consumo.

Ello es de mayor importancia, si estas frutas van a ser destinadas a su utilización en estado fresco.

3.2.2.- Vías de comunicación y transporte

Es un aspecto que está muy relacionado con el anterior, pero no precisamente igual. Una cercanía física, pero sin vías de comunicación es más desfavorable que la lejanía con eficiente y rápidas vías de transporte, el costo de él debe tomarse en cuenta.

3.2.3.- Mano obra

El manejo de una plantación frutal requiere de grandes cantidades de mano de obra, ya que la mayoría de las labores deben ser realizadas a mano, lo cual es un aspecto social muy positivo. Muchos de los fruticultores saben que este aspecto puede llegar a ser negativo, ya que a veces no se encuentra disponible para la realización de tareas que no pueden postergarse como por ejemplo la cosecha.

Hay que tomar en cuenta este aspecto cuando se va a planear un huerto en una región escasamente habitada y no solamente en función del número de personas que pueden encontrarse para el trabajo, sino también de acuerdo a los conocimientos que las mismas tengan sobre la debida realización de distintos tipos de labores agrícolas en el huerto frutal.

3.2.4.- Posibilidades de industrialización

Por lo general, volúmenes grandes de fruta no son vendidas en estado fresco, ya que la competencia estacional de una especie o variedad puede resultar en un muy bajo precio.

La industrialización, puede regular esa situación y determinar una salida, incluso cuando ya no es la época de producción. Dentro de la industrialización son considerados procesos complementarios de la producción como el almacenamiento, la refrigeración, los tratamientos con preservantes, la deshidratación, etc.

Es importante efectuar una evaluación de las posibilidades de industrializar las frutas, no sólo en atención al carácter de ellas, sino referente a la disponibilidad de energía eléctrica, agua, combustible, etc.

3.2.5.- Tipo de productores y organización

Es un aspecto importante en el caso de la producción para exportación; aunque el tamaño de la unidad de producción para la exportación puede ser desde una pequeña explotación frutícola hasta una gran hacienda. En el primer caso deben integrarse asociaciones de productores para garantizar sus intereses, especialmente el de la comercialización.

3.3.- Condiciones de clima y suelo para frutales

3.3.1.- Elementos del clima

Introducción

El clima se puede definir como el estado del tiempo que prevalece, en cada época del año, en un lugar de la superficie terrestre.

Los aspectos del clima en su conjunto tienen gran influencia en el grado de adaptación de las especies vegetales en cuanto a su crecimiento y la reproducción de las mismas.

Todos los elementos junto a la planta y el suelo forman el medio ecológico y que es muy particular para cada lugar donde se desarrollan los tipos de especies.

Cada especie vegetal presenta determinadas exigencias de clima y suelo, y cuanto mas las condiciones reales se acercan a las exigencias teóricas, tanto mayores son las posibilidades potenciales de una buena adaptación.

En el caso de huertos establecidos en condiciones de suelo y clima desfavorables, siempre se tendrán gastos y cuidados especiales para compensar o atenuar los daños de estos factores negativos y en este sentido el clima por su imposibilidad de modificarse es mucho más importante que el mismo suelo. Hace falta recordar que muchas de las variedades comerciales de cítricos, mango, aguacate han sido seleccionadas de regiones de clima dominantes sub-tropicales o templados como: Florida, California, la región del Mediterráneo y el Sur de África.

En todo caso el análisis de las condiciones del clima y suelo revisten particular importancia antes de establecer una plantación y mas aún cuando se pretende desarrollar huertos intensivos con fines de exportación, dado que esto conlleva tomar decisiones en la selección de variedades que se adapten a las condiciones donde se establecerán.

Los elementos principales del clima que afectan el crecimiento y desarrollo de una planta son los siguientes: Temperatura, Luz, precipitación, humedad y viento.

Temperatura

El conocimiento del régimen térmico de cualquier lugar, aporta información muy valiosa para la determinación de su capacidad agroclimática, ya que al analizarlo en relación a sus requerimientos térmicos de los cultivos permite señalar cuales de ellos se pueden adaptar a las zonas estudiadas y rendir satisfactoriamente.

En la región del trópico, las temperaturas promedios oscilan entre 20 y 30 °C, sin embargo la temperatura es modificada por la altitud ya que esta desciende 0.6 °C por cada 100 metros de altura.

Se hace necesario evaluar los rangos de temperatura ya sea la mínima necesaria y la máxima adecuada para el crecimiento de los vegetales. Algunas especies de frutales requieren bajas relativas de temperatura principalmente aquellas especies de sub-trópicos donde se presentan épocas definidas de bajas temperaturas que coinciden con aspectos fenológicos y fisiológicos de la planta, tal es el caso de los Cítricos y en especial el Naranja, este presenta un mejor comportamiento y producen una fruta de mayor calidad cuando son cultivados en regiones de invierno definido en que las bajas temperaturas inducen a una intensa y homogénea floración en la primavera sucesiva; además las bajas temperaturas, elevadas y constantes durante la maduración de los frutos retrasan la coloración de la cáscara provocando trastornos en la comercialización.

Otros frutales tienen comportamiento muy definido al factor de temperatura, lo cual se expresa en la floración, fructificación, caída de hojas, casos del manzano, durazno, ciruelo, etc., los cuales requieren de temperaturas bajas durante el período de invierno que ocurre en países templados, requiriendo para ello una cantidad de horas frías para romper la latencia y florear, sin embargo hay que mencionar que estos frutales, la inducción floral ocurre en la mayoría de los casos el año anterior a la floración.

Los frutales de hoja perenne adaptados en su mayoría a la región tropical se adapta en general a temperaturas de 35 °C, sin embargo puede ser dañado principalmente en el estado de desarrollo joven de los tejidos u órganos (Tallos, hojas, flores, frutos).

Tabla 10.- Clasificación de frutales de acuerdo a las necesidades de temperatura.

Perennifolios siempre verdes		Caducifolios templados	
Tropicales	Sub-tropicales	Invierno moderado	Invierno severo
Granada china	Kiwi	Vid	Durazno
Plátano	Cítricos	Almendra	Cereza
Mango	Granada china	Nispero	Ciruelo europeo
Piña		Membrillo	
Papaya	Granada roja	Mora	
Guayaba		Higo	Chabacano
Coco		Nogal encarcelado	Nogal de Castilla
Aguacate	Dátil		
Café	Aguacate	Ciruelo japonés	Fresa
Banano	Nispero japonés		Zarzamora
Anona		Capulin	Arandano
Guanábana		Tejocote	Pera
Ciruela mexicana	Guayaba	Nopal	Manzana
Litchi	Chirimoya	Olivo	Ciruelo
Chicozapote		Fresa	Grosella
Mamey		Pistacho	Cereza
Marañón		Persimonio	Frambuesa
Tamarindo			
Cítricos			
Vainilla			
Zapotes			

Las altas temperaturas logran dañar la floración y la fecundación, esto en combinación con baja humedad atmosférica, inhiben el crecimiento del tubo polínico y la germinación del grano de polen.

El ciclo vegetativo es afectado por este factor y se ha logrado comprobar que el ciclo vegetativo del clon Lacatan en banano es de 13 meses a nivel del mar, mientras se retrasa un mes por cada 100 metros de altitud.

Los frutales de hoja perenne son en general muy exigentes a altas temperaturas durante la época de formación de frutos. La existencia de

temperaturas medias de 20 a 25 °C, determina la obtención de frutos de mala calidad, falta de azúcar y de aromas; en general, las temperaturas medias durante las épocas de crecimiento y maduración de los frutos no deben ser inferiores a los 30 °C. Sin embargo, hay algunas excepciones representadas sobre todo por aquellas especies de clima subtropical como por ejemplo los Cítricos, el aguacate de la raza Mexicana, la *Anona chirimoya*, etc., que prefieren temperaturas mas bajas; en la Piña la acidez del fruto baja drásticamente cuando la temperatura sobrepasa los 27 °C, y si esto ocurre antes de la completa maduración del fruto la calidad se ve afectada.

Un aspecto importante de los efectos de la temperatura es la fotosíntesis, ésta se desarrolla eficientemente a temperaturas de 20 a 30 °C para las plantas C₃, mas arriba de los valores se presenta saturación que hace que el proceso se vea interrumpido.

Las especies tropicales presentan las siguientes características:

Son sensibles a temperaturas menores de 10 °C, llegan a morir a temperaturas de 0 °C, la temperatura mínima para el crecimiento vegetativo es de 10 a 13 °C, no requieren de horas frías.

Para el caso de las especies subtropicales:

Ligeramente toleran las heladas, resisten de 4 a 8 °C, pueden presentar letargo a temperaturas de 13 °C o menos, no requieren de horas frías, excepto el Olivo que es vernalizante.

Los cultivos caducifolios se encuentran distribuidos en "Invierno moderado" e "Invierno severo". Para el caso de invierno moderado pueden llegar a soportar temperaturas de 0 - 10 °C, mientras que los de

Tabla 11.- Temperaturas adecuadas para el crecimiento radical de los cultivos frutícolas.

Frutal	Temp. Mínima en °C	Temp. óptima en °C.	Temp. máxima en °C.
Clima templado	7.00	23 - 25	32.00
Tropical y Sub-tropical	13.00	27.00	33.00

invierno severo resisten temperaturas iguales o inferiores a 7.2 °C se presenta letargo y además requieren de horas frías para romper dicho letargo.

Para el caso de los frutales tropicales se puede mencionar temperaturas para el crecimiento, tal como se muestra en la tabla 11.

En Nicaragua, se presentan condiciones particulares y Barbeau (1990) ha encontrado que las temperaturas promedios oscilan entre 18 y 29 °C, siendo superior en algunas zonas donde pueden alcanzar los 40 °C o bajas temperaturas entre 8 y 9 °C.

Además ha definido zonas de acuerdo a las temperaturas, altitud para la adaptación de las diferentes especies frutales a cultivar.

Luz

Es uno de los elementos importantes que proporciona energía radiante que se traduce en el calor necesario para el desarrollo de las plantas y también captada y transformada en energía química durante el proceso de fotosíntesis, siendo la intensidad lo que hace más eficiente este proceso.

La zona tropical donde los rayos solares caen perpendicularmente durante casi todo el año no es un factor a tomar en cuenta al momento de establecer un frutal en cuanto a su distribución espacial.

Precipitación

Al igual que la temperatura, nos interesa conocer la distribución durante el año, o sea el dato medio mensual. También el número de los meses secos en los cuales la evaporación es mayor que la precipitación, ya que es a base de este dato se puede evaluar la necesidad de riegos, o la misma adaptación de las especies al ambiente como es el caso de los Cítricos y del mango que necesitan de un período seco bien marcado para que haya un estímulo a la inducción floral y floración.

De las precipitaciones lo que debe interesar más para su estudio es la intensidad de ellas, seguido de su cantidad y duración; la característica de la zona tropical es que las lluvias están definidas en un período que va de Mayo a Noviembre aunque en algunas regiones puede ampliarse o disminuirse este período. En los últimos años se ha observado en nuestros países tropicales precipitaciones irregulares en el período húmedo, favorecido posiblemente por el despale realizado a nuestra flora.

Se consideran precipitaciones muy altas aquellas mayores de 2000 mm/año y muy bajas las menores de 300 mm/año.

Informaciones tomadas de Samson (1986), dice que el banano y papaya pueden desarrollarse bien con precipitaciones mayores a los 100 mm mensual, por otro lado el mango y marañón deben de tener entre 2 a 3 meses secos y no más de 7 meses húmedos, si no la floración y fructificación son afectados.

Tabla 12.- Caracterización agroclimática de Nicaragua en Relación al Cultivo de frutales (Adaptado de Barbeau, 1990).

Zonas agroclimáticas	Especies frutales
<p>Zonas bajas y calientes del trópico seco. León, Chinandega, Rivas, Managua, Masaya (parte), Granada De 0 a 400 msnm. De 1300 a 1600 mm en 6 a 7 meses. 26 °C de temperatura promedio.</p>	<p>Aguacates (Antillano e híbridos antillano * Guatemalteco); Anacardiáceas (jocotes, mangos marañones); Anonáceas (Anona blanca, guanábana, papauce, anona corazón); Musáceas (Banano y plátano con riego); Cítricos (limones criollos y tahiti, grapefruit con riegos); Cocos; Tamarindo; Mirtáceas (guayaba dulce y de fresco); Nancites; papaya; Pasifloráceas (Granadilla y Maracuyá); Zapotáceas (nispero y zapotes)</p>
<p>Zonas bajas y calientes del trópico húmedo y muy húmedo. Territorio Atlántico. De 0 a 400 msnm. De 1600 a 2000 mm en mas de 8 meses de lluvia. Temperatura promedio es superior a 24.1 °C.</p>	<p>Aguacate (raza antillana); Anonáceas (Guanabana, soncoya, anona de manglares); Cítricos (Grapefruit); Mangostán; Manzana de agua (Perote); Moráceas (Fruta de pan, jaca, castaño); Musáceas (banano, plátano y guineas); Palmáceas (Coco, pejíbaye); Papaya; Piña; Pulasán y Rambután; Pasifloráceas (granadilla); Zapotáceas (caimito, nispero y zapote)</p>
<p>Zonas de mediana elevación de clima tropical sub-húmedo. Meseta de Carazo, Estelí, Madriz, Boaco, Chontales. De 400 a 1200 msnm. De 1300 a 1600 mm durante 6 a 7 meses. Temperatura promedio de 22.1 a 25 °C.</p>	<p>Aguacate (raza antillana, guatemalteca y sus híbridos); Anacardiáceas (jocotes, mangos, marañones); Anonáceas; Carambola; Cítricos (naranjas, mandarinas, limones y grapefruit); Macadamia; Mamey; Mirtáceas (guayaba de fresco y dulce); Musáceas (plátano, banano manzano y banano caribe); Nancites; Pasifloráceas (granadilla y maracuyá); Piña; Pitahaya; Tamarindo; Zapotáceas (nispero y zapote)</p>
<p>Zonas bajas y de mediana elevación de clima muy seco. De 0 a 300 msnm. De 800 a 1300 mm en 4 a 5 meses de lluvia. Temperatura promedio es superior a 22.1 °C.</p>	<p>Anacardiáceas (jocotes, mango); Coyal; Granate; Higo; Jicaros; Marañón; Nancites y Tamarindo.</p>
<p>Zonas altas y húmedas. Matagalpa, Jinotega. De 1200 msnm. De 1800 mm y mas de 8 meses de lluvia. Temperatura promedio de 18 a 22 °C.</p>	<p>Aguacate (raza guatemalteca e híbridos guatemalteco * mejicanos); Anonáceas (chirimoya); Cítricos (naranjas y mandarinas); Litchi; Pasifloras (granadilla morada, granadilla dulce); Rosáceas (manzana, melocotón, fresa, frambuesa, nispero de Japón); Solanaceas (naranjilla, tomate de árbol).</p>

Se hace necesario evaluar la cantidad de agua que cae y la que por efectos de evaporación se pierde, conociendo la cantidad de reserva de agua del suelo. Existen métodos que permiten conocer estos elementos.

En condiciones del trópico la evapotranspiración potencial es de 4 a 5 mm/día, pero en lugares de clima muy soleado puede llegar hasta a 10 mm/día; sin embargo, la cantidad pérdida puede variar de acuerdo a la especie, por ejemplo el banano es 40 a 50 % mas elevada que la evaporación.

La capacidad de reserva de agua es la cantidad de agua utilizable que puede almacenar el espesor del suelo en donde viven las raíces. La utilidad de esta información esta en el hecho que las raíces absorben agua en un radio limitado que es del orden de 1 dm o incluso de 1 cm, según la intensidad de transpiración, la textura y la estructura del suelo, entonces la fracción de suelo que abastece la totalidad de agua es casi exclusivamente lo que exploran las raíces.

Un método sencillo para conocer el comportamiento de las precipitaciones y la temperatura es a través de la elaboración del Climograma de la localidad diseñado por Walter y Lieth en la cual establece escalas diferentes a una equivalencia de 10 °C para 20 mm de lluvia en el eje vertical y en el eje horizontal los meses. La curva de la temperatura sirve como una indicación de la evaporación; las intersecciones de las curvas de lluvia y temperatura indican las transiciones del período húmedo y el período seco y viceversa. En el diagrama se reporta también la temperatura media anual del lugar, la elevación, la precipitación anual total y el número de años en que se tomaron los datos.

Para las condiciones de Nicaragua, según Barbeau (1990), clasifica el clima de acuerdo a las precipitaciones en:

- Clima Semi - seco: Precipitaciones de 800 a 1300 mm, distribuidos entre Junio a Octubre. Corresponde a los departamentos de Managua, Estelí y Madriz.
- Clima Sub - húmedo: Precipitaciones de 1300 a 1600 mm de Mayo a Octubre. Corresponde a la mayor parte del territorio nacional.

- **Clima Húmedo:** Precipitaciones de 1600 a 2000 mm de Mayo a Diciembre. Corresponde al extremo norte (Cosiguina) y Sur fronterizo con Costa Rica y otras zonas como Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y los límites agrícolas de Boaco, Chontales y las regiones del Atlántico.
- **Clima Muy Húmedo:** Con más de 2000 mm. De Febrero a Abril corresponde la época seca y presente en la región del Atlántico.

Humedad relativa.

La humedad relativa afecta de diferentes formas a la planta en forma directa o indirecta. Para el caso del trópico donde no es común tener neblina excepto en lugares altos interrumpe la captación de energía luminica afectando el proceso de fotosíntesis en las plantas, por otro lado se crean condiciones desecantes cuando esta es baja provocando deshidratación al vegetal, así también alta humedad favorece la proliferación de enfermedades.

Viento

Se puede decir que este factor tiene ventajas y desventajas para la fruticultura entre las que se pueden mencionar a continuación:

Ventajas: Favorece la presencia de lluvias, participa como agente polinizante y mejora el intercambio gaseoso.

Desventajas:

- Produce la caída de ramas, flores, frutos.
- Provoca la caída de árboles y deshidratación. Promueven la erosión de los suelos.

Conviene para evitar problemas por el viento a una plantación frutal, establecer las cortinas rompevientos con el fin de:

- Disminuir la intensidad de los vientos establecidas como barreras.
- Es más eficiente cuando se deja pasar el 50 % del aire.
- Establecer cortinas cuando los vientos lleguen a 4 km/hr.

Tabla 13.- Efectos producidos por la velocidad del viento.

Descripción	Velocidad a una altura de 10 m en campo abierto		Efectos
	m/seg	km/hr	
Calma	0 - 0.2	< 1	Calma. El humo asciende verticalmente.
Aire ligero	0.3 - 1.5	1 - 5	Dirección mostrada por el humo pero no por la veleta.
Brisa ligera	1.6 - 3.3	6 - 11	El viento se siente en la cara, las veletas son movidas por el viento.
Brisa suave	3.4 - 5.4	12 - 19	Hojas y ramas pequeñas en constante movimiento. El viento extiende ligeramente las banderas.
Brisa moderada	5.5 - 7.9	20 - 28	Ascienden el polvo y los papeles sueltos.
Brisa recia	8.0 - 10.7	29 - 38	Los árboles pequeños comienzan a balancearse.
Brisa fuerte	10.8 - 13.8	39 - 49	Ramas grandes en movimiento. Se escuchan silbidos en las cables telegráficos. Los paraguas se usan con dificultad.
Casi ventarrón	13.9 - 17.1	50 - 61	Todos los árboles en movimiento. Se camina con dificultad en contra del viento.
Ventarrón	17.2 - 20.7	62 - 74	Rotura de ramas pequeñas.
Fuerte ventarrón	20.8 - 24.4	75 - 88	Pequeños daños estructurales.
Vendaval	24.5 - 28.4	89 - 102	Arboles arrancados. Daños estructurales de consideración.
Vendaval violento	28.5 - 32.6	103 - 117	Muy raramente experimentados. Daños extensos.
Huracán	> 32.7	> 118	

Tabla 14.- Efecto de la velocidad del viento en plantaciones de agríos.

Velocidad del viento	Efectos
24 - 32 km / h	Algunas lesiones en los frutos.
40 - 48 km / h	Caen algunos frutos.
48 - 65 km / h	La mayoría de los frutos maduros caen en huertos sin protección

3.3.2.- Suelo y su fertilidad

Introducción.

Las propiedades físicas y químicas del suelo son una herramienta importante en la toma de decisiones al ser estudiadas correctamente para elegir los mejores suelos, que sean aptos para determinado cultivo en una explotación organizada de frutas tropicales.

Las informaciones que se obtengan de los análisis de suelo *in situ* y en laboratorio permitirá tomar decisiones acerca de:

- Factibilidad de establecer una plantación.
- Selección de variedades y portainjertos.
- Las exigencias de drenaje de suelo.
- La cantidad de agua para el riego.
- La fertilidad y cantidad de nutrientes a aplicarse.
- Modificaciones a hacer de acuerdo al pH.
- El tipo de manejo que le dará al suelo.

En todo caso los buenos suelos en la que prosperan mejor los árboles frutales son aquellos que presenten las siguientes características:

- Suelos profundos de 1 a 2 metros.
- Suelos arenosos o de aluvión.
- Que presenten un buen drenaje, no presentando capas friáticas altas.
- Suelos bien aireados, siendo aquellos que tengan un 50 % de poros ocupados por el aire.
- pH de 6.5 a 7.5.

- Presentar una buena fertilidad.

Sin embargo, se hace necesario realizar un estudio in situ y de laboratorio para así determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Propiedades físicas

Entre las propiedades físicas de importancia que deben estudiarse, están; la Textura, Estructura, Permeabilidad, Temperatura y Humedad del suelo.

Textura: es la composición granulométrica de los suelos, es la proporción relativa en porcentaje de arena, limo y arcilla que posee. Este análisis nos determina las distintas clases de textura, que se pueden definir a través del esquema "triangular de textura".

Este aspecto tiene relación con el drenaje, estabilidad de la estructura, tamaño de los poros, facilitar el movimiento del agua y el desarrollo de las raíces.

La porosidad como elemento adicional a conocer nos indica si estos son de reducido tamaño o grandes, expresándose el contenido de agua y aire presentes en el suelo; en los datos abajo indicados se muestra que la porosidad es inversa a la densidad aparente de los suelos.

Con densidad aparente mayores de 1.60 g/cm^3 , son problemáticos para el desarrollo de las raíces, porque presentan poca ramificaciónes, encontrándose menor humedad y profundizando. Sin embargo son fáciles de trabajar y la velocidad de infiltración es mucho mayor que los arcillosos; siendo mas vertical que horizontal, estas consideraciones a la hora de decidir el establecer un sistema de riego hay que tomarlo en cuenta ya que indicará el establecer intervalos de riego mas reducidos, así como aplicaciones fraccionadas de fertilizante para compensar el problema de la lixiviación de nutrientes.

En los suelos arcillosos presentan una mayor dificultad para trabajar, al secarse se agrietan, lo que provoca roturas al sistema de raíces. La percolación del agua es lenta y por lo tanto es situaciones de topografía plana pueden sufrir problemas de drenaje; estos suelos favorecen el encharcamiento del agua a lo que algunas especies de frutales como el Aguacate y Citricos son muy susceptibles ya que se crean condiciones favorables para el desarrollo de

enfermedades fungosas que afectan la base del tronco y provocan la muerte de los árboles.

Tabla 15.- Comportamiento de la porosidad y densidad aparente con respecto al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Porosidad en %	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	35	1.70
Limoso	46	1.40
Arcilloso	56	1.20
Arcilla + M.O.	60	1.00

El comportamiento del sistema de raíces en estos tipos de suelo es más superficial y más ramificado.

Para resolver un poco la problemática presentada por los suelos arcillosos y se pretendan utilizar; se recomiendan las siguientes prácticas:

- Agregar Materia Orgánica, para mejorar la estructura.
- Mantener el suelo húmedo.
- No utilizar maquinaria agrícola.
- Mantener la cobertura vegetal o Mulch.
- Uso de patrones resistentes al encharcamiento.
- Subsoleo, en suelos con manto friático alto y que presente capas de talpetate.

Temperatura del suelo

La temperatura juega un rol importante en el crecimiento de las raíces, siendo modificado por la humedad del suelo.

Se plantea que temperaturas por arriba de los 10 °C, se favorece la absorción de nutrimentos, agua y estimula el crecimiento de las raíces.

La temperatura afecta más la parte superficial del suelo y es aún más severo cuando el suelo está desnudo provocando mayores cambios de temperatura.

Propiedades químicas

Entre las cuales se mencionan al pH, CIC, CE, MO, Fertilidad del suelo, contenido de sales.

pH:

El pH, tiene una influencia decisiva sobre las posibilidades de aprovechamiento por los vegetales de los nutrientes inorgánicos. El pH indica el grado de disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

En suelos ácidos, se presentan deficiencias de N, P, S, Ca, Mg y MO; se puede aportar vía fertilización y en exceso el Fe, Mn, Bo, Cu y Zn, en estas condiciones se presenta la competencia del Mn con el Fe y Al.

En los suelos alcalinos las deficiencias principales de elementos son: N, Mg, Mn, Fe, Zn y Cu y se encuentran en exceso el S, Ca y Mo.

La tolerancia de las especies frutales a los diferentes reacciones del suelo varía con las especies, sin embargo en general hay preferencia para los pH ligeramente o moderadamente ácidos.

La acidez se corrige a través del encalado que generalmente al incorporarse al suelo como roca caliza molida.

Tabla 16.- pH óptimo para algunas especies de frutales.

Especies	pH
Marañón	4.5 - 6.5
Tamarindo	6.0 - 7.5
Papaya	6.0 - 7.0
Pitahaya	5.5 - 6.5
Guanábana	6.0 - 7.0
Mamey	6.0 - 7.5

La calidad de los materiales de encalado depende de tres factores; * el valor de neutralización, * el grado de molienda y * la composición química.

La cantidad a aplicar depende del pH que se desea alcanzar a partir del pH actual del suelo y su capacidad intercambiable de tapón del mismo, que es una medida de la resistencia que el suelo opone al cambio de pH.

Tabla 17 Tipos de materiales para encalado.

Material	Fórmula	Valor de neutralización (kg CaCO ₃ / 100 kg de material)
Carbonato de Calcio (Cal agrícola).	CaCO ₃	100
Carbonato de Ca y Mg (Dolomita).	CaMg(CO ₃) ₂	108
Hidróxido de Ca (Cal apagada).	Ca(OH) ₂	135
Oxido de Ca (Cal viva).	CaO	178

Cuando se efectúa el encalado hay que tomar en cuenta que ello aumenta la exportación de nutrientes cuando se recogen grandes cosechas, aumentando así su disponibilidad inmediata pero reduciendo la futura;

también favorece la actividad microbiana y acelera la descomposición de la materia orgánica o sea induce a un descenso en el contenido de materia orgánica. El encalado entonces debe ser acompañado por un aumento de la fertilización sea orgánica y/o mineral.

Salinidad

Esta relacionado con el pH, principalmente con la presencia de sales de cloruros, sulfatos, carbonatos o bicarbonatos en los suelos salinos y de sodio activo intercambiable en los suelos sódicos, expresándose en mmhos/cm y en porcentaje de sodio

La salinidad se presenta en aquellas zonas de poca precipitación y principalmente en las áreas costeras. Existen dos formas que puede darse el problema de la salinidad:

- Por las sales in situ.

Tabla 18.- Salinidad en la zona radical a la cual se reduce el rendimiento en 10 %.

Especie	Conductividad eléctrica del extracto de saturación en mmhos/cm a 25 °C.
Palma datilera	8.0
Coco	8.0
Almendro tropical	8.0
Higo	5.0
Vid	4.0
Naranja	3.0
Toronja	2.5
Limón	2.5
Aguacate	2.0

Existen dos formas que puede darse el problema de la salinidad:

- Producto del agua de riego con alta concentración salina.

La presencia de importantes cantidades de sales sódicas y no sódicas, causa problemas de toxicidad para los vegetales; esta se manifiesta con síntomas que generalmente se clasifican en: Sequía fisiológica; Deficiencia intacta de nutrientes y Exceso de elementos no nutrientes.

Tabla 19.- Tolerancia relativa de algunos frutales a la salinidad.

Característica	Especie
Tolerantes	Palma datilera Coco Almendro tropical
Moderadamente tolerantes	Piña Papaya Higo
Moderadamente sensibles	Vid
Sensibles	Aguacate Anona Lima Limón Mandarina Mango Maracuyá Naranja Toronja

La resistencia de los frutales a las sales varía con la especie y también con la variedad y el portainjerto; sin embargo se puede decir que en lo general los frutales son susceptibles, así que aún cuando la conductividad no llega a ser de 4 mmhos/cm, el suelo se puede considerar normal, índices mayores de 2 mmhos/cm, pueden ser perjudiciales.

Los problemas de salinidad pueden resolverse en cierta medida a través de las siguientes prácticas:

- Hacer lavados constantes con gran cantidad de agua para que se lixivie la sal y apoyados con un buen drenaje.

- Aporte de Materia Orgánica.

Tabla 20.- Interpretación de los valores de la conductividad eléctrica del extracto de suelo saturado.

C. E. a 25 °C (mmhos/cm)	Salinidad
0.0 - 2.0	Inapreciable
2.0 - 4.0	Ligera (afecta a cultivos muy sensibles). Media.
4.0 - 8.0	Intensa (cultivarse las plantas resistentes).
8.0 - 16.0	Muy intensa (solo deben cultivarse las plantas excepcionalmente resistentes).
16.0 - 20.0	

- Uso de portainjertos tolerantes a la salinidad.

Fertilidad del suelo.

Realizar el análisis de suelo y obtener toda la información acerca de los contenidos mineralógicos sea de los elementos mayores como los

microelementos para saber la efectiva disponibilidad de ellos para la planta.

Los contenidos que a continuación se presentan indican los niveles de elementos adecuados de un suelo fértil.

Cabe indicar que la capacidad de Intercambio Cationico es mas elevado para los suelos arcillosos que los arenosos.

Las relaciones de Ca, Mg y K es bueno conocerlo ya que presentan comportamientos antagónicos en su absorción por el vegetal al encontrarse presentes; por ejemplo la concentración de Ca elevada, reduce la absorción de Potasio

3.4.- Características de la variedad y/o especie.

Es el momento clave en la planificación de una plantación de frutales, ya que de la selección de la especie y sobre todo de la variedad depende el éxito de la producción, o sea la facilidad del cultivo y su rentabilidad, o por el

contrario, la difícil lucha para obtener una producción con bajos costos a partir de plantas no adaptadas al ambiente, que necesitan protección y cuidados especiales. La selección de la variedad debe ser integrada por la selección del patrón debido a la influencia que él ejerce sobre la variedad misma, y puede ser hecha desde diferentes puntos de vista, tratando de escoger aquella que reúna un máximo de condiciones favorables para los factores anteriormente analizados. A continuación se presentan algunos de los aspectos que deben ser tomados en cuenta en la selección de una variedad.

↳ Demanda.

Tabla 21.- Contenido nutrimental de un suelo fértil.

Elemento mineral	Porcentaje
M.O.	2.0 - 4.0
N.	0.1 - 0.4
P ₂ O ₅	0.15 - 0.30
K ₂ O	2.0 - 3.0
Ca	2.0 - 4.0
Mg	1.0 - 2.0
S.	1.0 - 4.0
	Partes por millón
Fe.	25000
Mn.	2500
Zn.	100
Bo.	50
Mo.	2
Cl.	30
CIC :	10 - 30 meq/100 g de suelo.

- Características del fruto: sabor, color, olor, tamaño, forma, textura, peso.
- Epoca de floración,
- Epoca de cosecha.
- Lapso de cosecha.
- Resistencia del fruto al transporte.
- Susceptibilidad del fruto al almacenamiento.
- Resistencia del fruto a la refrigeración.
- Facilidad de desprendimiento del fruto.
- Duración del lapso entre la cosecha y la madurez comercial.
- Posibilidad de industrialización del fruto.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Resistencia a la sequía.
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia al frío.
- Necesidades de frío.
- Autofertilidad, interfertilidad y necesidad de polinizadores.
- Necesidades climáticas.
- Necesidades edáficas.
- Requerimientos del cultivo.
- Porte de la combinación variedad patrón.
- Resistencia a sales.
- Requerimientos de pH.
- Resistencia a calcáreo.
- Requerimientos de drenaje.
- Necesidades de textura.
- Tipo de anclaje del patrón.
- Precocidad y Longevidad.

- BORROTO L. G.; LOPEZ V. M.; HIDALGO D. 1981. Efecto de stress hidrico y la presencia de frutos de la cosecha anterior sobre el rendimiento de los naranjos 'valencia'. Primer congreso Nacional de Cítricos y otros frutales. Memorias. Tomo I. La Habana.
- BOWER J. P.; CUTTING J. G. M.; LOVATT C. L.; BLANKE M. M. 1990. Interaction of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set. *Acta Horticulturae* 275.
- BUTTROSE, M.S. 1970. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. *Hort. Abs.*, 44(6): 319-326.
- BUTTROSE, M.S., and ALEXANDER, D. M. 1978. Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperature and short daylength. *Scientia Hort.*, 8:213-217.
- CALDERON A. E. 1990. *Fruticultura general*. Ed. Limusa. Mexico.
- CARRASCO M. A. 1991. Salinidad y calidad de agua / Manejo de suelo en huertos frutales. Universidad de Chile. Publicaciones miscelaneas agricolas. No. 35.
- COTTONIE A. 1984. Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. *Boletin de suelos FAO* 38/2.
- CHANDLER W.H. 1962. *Frutales de hoja perenne*. Trad. De la Loma, J.L. Edit. UTEHA. México. 666 p.
- DAVEMPORT T. L.; NUÑEZ-ELISEA R. 1990. Ethylen and other endogenous factor possibly involved in mango flowering. *Acta horticulturae* 275.
- DAVIES, f. T jr. 1983. Influence of juvenility and amaturity in propagation. *Comb. Proc. Intern. Plant. Prop. Soc.*, 33:559-564.
- DEMERUTIS C. 1997. *Empaque de frutas y hortalizas frescas*. Folleto.
- DU TOIT A. P. 1990. Pollination research: a missing link in subtropical fruit production. *Acta horticulturae* 275.
- ESAU, K. 1976. *Anatomía Vegetal*. Trad. Pons, R. J. Ediciones Omega S.A. Barcelona. España.
- FAO. 1989. *Mercado mundial de productos hortofrutícolas tropicales*. Estudio FAO desarrollo económico y social 76.
- FAO 1990. *Utilización de alimentos tropicales: frutos y hojas*. Estudio FAO, alimentación y nutrición 47/7.

- FRANCOIS L. E.; CLARK R. A. 1980. Salinity effects on yield and fruit quality de Valencia Orange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(2): 199 - 202.
- FRIEND, D.J.C. 1981. Effect of night temperute on flowering and fruit size in peneapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill), *Bot. Gaz.* 142(2): 188-190.
- FUENTES YAGUE L. 1987. *El suelo y los fertilizantes*. Ed. Mundi-Prensa.
- GIFFORD, E. M., Jr. 1969. Initiation and early development of the inflorescence in pineapple (*Ananas comosus* , 'Smooth Cayenne') treated with acetylene. *Amer. J. Bot.*, 56:892-897.
- GOLDSCHIMDT E. E.; GOLOMB A. 1982. The carbohydrate balance of alternate - bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(2): 206-208.
- HACKETT, W. P. 1985. Juvenility, maturation, and rejuvenation in woody plants. *Hort. Rev.*, 7:109-155.
- JAHN O. L. 1981. Effects of Ethephon, Gibberellin and ABA on fruiting of Dancy tangerins. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(5): 597-600.
- KAFKAFI U. 1987. Plant nutrition under salin conditions fertilizers and agriculture. No. 95.
- KOHNE J.S.; KREMER-FRIEDRICH. 1988. *Fruticultura*. Cecsa.
- LOPEZ, M. R. 1984. El nitrato de potasio como promotor de la sintesis endógena de etileno y la inducción floral en mango. *Mnagifera indica* cv. Manila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mexico. 63 p.
- MOSQUEDA, V. R. Y DE LOS SANTOS, F. 1981. Aspersiones de nitrato de potasio para adelantar e inducir floración del mango cv. Manila en México. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.* 25:311-316.
- MURRAY R.E. 1997. *Fisiología y tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas*. Curso Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.
- PANTASTICO B. 1984. *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
- PIMIENTA, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. *Fitotecnia*, 7:154-179.

- QUEVEDO PARRA H. 1992. Representación gráfica de la fertilidad de los suelos de la zona cafetalera colombiana según el modelo de Alvim modificado / Fruticultura Tropical. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- ROWLEY A.J. 1990. The effect of Cultar applied as soil drench of Mauritius Litchi trees. *Acta horticulturae* 275.
- ROWLEY A.J. 1990. The effect of Cultar applied as soil drench on Zill mango trees. *Acta horticulturae* 275.
- SALAZAR G. R.; CORTES F.J.I. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. *California Avocado Society 1986 Yearbook*, vol 70.
- SALISBURY, F. B. 1963. The flowering process. Pergamon Press. Oxford, pp, 152-204.
- SAMSON J. A. 1986. Tropical fruit. Longman.
- SAMSON J. A. 1990. Tropical fruit. Longman.
- SHAFFER A. A.; GOLDSCHMIDT E.E.; GOREN R.; GALILI D. 1985. Fruit set and carbohydrate status in alternate and non-alternate bearing citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 (4): 574-578.
- SOUTHWICK S.M.; DAVIES F.S. 1987. Modification of the water stress-induced floral response in tahiti lime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2): 231-236.
- SYMONS P.R.R.; HOFMAN P.J.; WOLSTENHOLME B.N. 1990. Responses of paclobutrazol of potted Hass avocado trees. *Acta Horticulturae* 275.
- THOMPSON L.M.; TROECH F.R. 1982. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverte S.A.
- TROCME S; GRAS R. 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. Mundi-Prensa.
- ULLA R.R. 1991. Labores del suelo para preplantación / Manejo de suelo en huertos frutales. Universidad de Chile. Publicaciones miscelaneas agrícolas. No. 35.

CAPITULO IV

CULTIVO DE AGUACATE

4.1.- Origen

El cultivo de aguacate es originario de América Continental, es una conclusión de muchos botánicos, sin embargo existen referencias que no se conoce con claridad el sitio exacto (Canizares, 1973). Este mismo autor plantea la hipótesis que admite que las especies del género *persea* (aguacates comestibles) son el producto de un ancestro común, quizás ya desaparecida, y lo sitúa dentro de una amplia área continental comprendida entre los paralelos 10 y 15 grados de latitud norte y los meridianos 70 y 110 grados de longitud oeste. A partir del ancestro común, las semillas que germinaron en otras regiones con diferentes condiciones ambientales y de suelo provocó cambios hasta el nivel citológico que originaron los grupos ecológicos que actualmente se conocen.

4.2.- Producción mundial de aguacate.

Según la FAO (1991), la producción mundial de aguacates fué de 2.032 millones de toneladas, en donde el país de mayor producción es México con

Cuadro 22.- Producción mundial de aguacate en miles de toneladas (FAO, 1991).

Paises	Miles de ton
AFRICA	46
Zaire	35
Sur Africa	36
Camerún	
AMERICA	866
México	151
EE.UU.	130
Rep. Dominicana	115
Brasil	81
Colombia	51
Venezuela	
ASIA	
Indonesia	72
Israel	45
OCEANIA	
Nueva Zelandia	2
Samoa	2
EUROPA	
España	45
Total	2036

866 mil toneladas, seguidos de los Estados Unidos (151 mil toneladas), Republica Dominicana (130 mil toneladas) y Brazil (115 mil toneladas). En el cuadro 22 se podrá observar los principales países productores de aguacate en el mundo.

4.3.- Usos y composición de los Aguacates

Es consumido en la dieta alimenticia, dado que la parte que se come es similar a la mantequilla y de muy buen sabor. Es muy popular en Centroamérica y México, el promedio de consumo por persona es México es de 30 kg por año.

El fruto contiene entre el 3 al 30 % de aceite, lo cual esta estrechamente ligado al grupo ecológico y mucha vitamina A y una cantidad adecuada de vitaminas B y C, el valor calorico esta entre 123 a 387 Ocal por 100 g. De pulpa.

Los aguacate se consumen en pan, tortillas, en ensaladas, con jugo de limón, sal y pimienta. El aceite de aguacate tiene gran demanda para la elaboración de cosméticos, la semilla se utiliza como alimento para pollos.

Se puede consumir en forma de batidos, helados, cremas, etc. Se confecciona con su pulpa una excelente pasta para emparedados o bocaditos, etc.

4.4.- Botánica

Pertenece a la familia Laureacea, la integran mas 40 géneros y poco mas de 1,100 especies, diseminadas en las regiones subtropicales y tropicales aptas para el desarrollo de estas especies. Dentro de la familia encontramos a miembros conocidos tales como el laurel, la canela, etc.

Cuadro 23.- Características de las diferentes razas de aguacate.

Característica	Raza Mexicana	Raza Guatemalteca	Raza Antillana
Origen	Tierras altas de México	Tierras altas de Guatemala y México	Tierras bajas de Centro América y Sur América.
Altitud (msnm)	2000 a 2800	800 a 2400	Menos de 800
Resistencia relativa al frío	Daño ligero a - 6°C Muerte de la planta a - 9° C	Las plantas mueren entre - 4° y -6° C.	Las plantas mueren entre 2° y -4° C
Hojas			
Olor	Olor a anís	Sin olor a anís	Sin olor a anís
Brotos	Verde pálido	Bronceados	Verde pálido
Tamaño	Pequeño	Intermedio	Grande en relación a las anteriores
Color	Generalmente verde oscuro y lustroso	Generalmente verde oscuro y lustroso	Verde claro, opaco
Fruto	Pequeños (200 a 250 g)	Variable (200 a 2300 g)	Variables (400 a 2300 g)
Tamaño			
Cáscara	Delgada (0.8 mm), lisa y suave	Más gruesa (3 a 6 mm), leñosa, quebradiza y áspera	Medianamente delgada (1.5 a 3 mm), lisa y flexible
Semilla	Grande, adherida o suelta y con cotiledoneos ligeramente rugosos	Pequeño en proporción al fruto, adherida a la cavidad y de cotiledoneos lisos	Generalmente suelta, simple y cotiledóneos rugosos.
Receptáculo / Pedúnculo	Receptáculo largo (2.54 cm aprox.), con un diámetro de 0.6 cm a 1.2 cm; más grueso que el resto del pedúnculo	Receptáculo muy grande y cilíndrico, usualmente algo cónico a ancho, en donde pega la fruta. Pedúnculo más delgado	Receptáculo pequeño y delgado. Pedúnculo más delgado en comparación al receptáculo
Floración /			
Maduración	5 a 8 meses	10 a 16 meses	5 a 9 meses

Tomado de Osche et al (); Morin (1957); Valmayor (1967), Y Pennock et al (1963).

Por las características identificadas en el cultivo de aguacate se han reconocido diferencias botánicas que responden a la localización agroecológica en cuanto a su adaptación. Dado esto se reconocen tres razas distintas tales son: Raza Mexicana, Raza Guatemalteca y Raza Antillana.

En el cuadro 23 se muestran las características principales que hacen diferentes a cada uno de los grupos.

4.5.- Descripción morfológica

4.5.1.- Tallo

Son árboles robustos, pueden alcanzar alturas de 10 a 20 metros y diámetro entre 0.8 a 1 metro. Su esqueleto aéreo es amplio, formado por gruesas ramas con propensión a desenvolverse en forma horizontal o inclinadas hacia el suelo, debido al gran agobio que en ellas provoca su propio peso. Sin embargo, se observa la tendencia a la verticalidad del eje central. Las ramitas son gruesas, cilíndricas, al principio de color verde amarillentas y densamente pubescentes en algunas de las variedades; pero después son negras, glabras, opacas o con poco brillo y con cicatrices prominentes diseminadas en las hojas.

4.5.2.- Raíz

El sistema radical del aguacate es superficial que depende de la variedad, suelo y otras condiciones de producción. Pueden alcanzar profundidades de 1 a 1.5 metros, en los suelos de textura suelta alcanzan mayores profundidades. Se caracteriza por presentar pocos pelos radicales, la absorción de agua y nutrientes se realiza en las puntas de las raíces a través de los tejidos primarios, esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a la asfixia y ataque de hongos que pudren los tejidos.

4.5.3.- Hojas

Las hojas son coriáceas dispuestas en forma alterna en los tallos, pecioladas, oblongas, elípticas, lanceoladas hasta ovaladas; pueden tener una longitud de 8 a 40 cm y con base aguda o truncada. Una hoja joven presenta un color

rojizo, cuando maduras el haz es verde oscuro y con brillo escaso, el envés glauco y opaco, al principio densamente pubescente en ambas caras, después glabras, pinatinervadas, con peciolo largo, semicilíndrico, al principio poco pubescente, después glabro y llega a medir entre 1.5 a 5 cm de longitud.

4.5.4.- Flores

La flor del aguacatero es bisexual o hermafrodita y tiene una estructura triverticiliada. Las partes que la conforman son: perianto o cáliz, androceo y gineceo. Es apétala, presenta 6 sépalos, aparentemente son de igual tamaño, pero los tres internos son más largos que los externos, tienen forma ovalada o lanceolada.

Los estambres en número de 12, de los cuales 9 de ellos son funcionales; el ovario es monocarpelar, cuenta con un solo óvulo y su estilo frecuentemente es peludo con un solo estigma globoso.

A pesar que la flor es bisexual, se presenta el fenómeno de que ambas partes reproductivas no logran madurar en el mismo momento por lo que no permite una autopolinización, a este fenómeno se le conoce como Dicogamia Sincronizada.

En las diferentes especies de aguacate, en base a esta característica se han observado algunas diferencias en el comportamiento floral, lo que ha permitido clasificar a las distintas variedades en dos tipos característicos.

En general, una flor de aguacate abre en dos ocasiones, comportándose inicialmente como una flor femenina o sea es cuando el estigma es receptivo en ese momento, mientras que el androceo (masculino) no es funcional o sea no hay disponibilidad de polen por falta de madurez del mismo. En su segunda apertura la flor se comporta como flor masculina.

Tipos de Dicogamia

Tipo A

Las variedades de este grupo, durante su primera apertura floran en el primer día se comportan como femenina, lo que permite observar un pistilo erecto y

un estigma capaz de recibir polen indicando su madurez fisiológica, esta se realiza durante la mañana; por la tarde de ese día y la mañana del segundo día permanecen cerradas y es hasta en la tarde que se vuelven a abrir pero esta vez comportándose como masculinas; en este momento es capaz de liberar polen, pero la estructura femenina ha sobrepasado su madurez y no es capaz de recibirlo. Se ha considerado que este comportamiento entre doble apertura de flor dura aproximadamente entre 26 a 28 horas.

Tipo B

Para el caso de las variedades de este tipo, durante su primera apertura que lo hacen por la tarde del primer día tienen un comportamiento femenino y permanecen cerradas durante la noche, volviéndose a abrir al segundo día por la mañana pero esta vez con un comportamiento masculino.

Este fenómeno trae como consecuencia una difícil polinización entre las flores, por lo que se ha logrado tener éxito a través de la mezcla de las variedades de los dos tipos florales, estableciéndose de forma organizada a través de diseños de huerto que favorezcan la polinización. Tales diseños pueden establecerse en determinadas relaciones de tipos florales como por ejemplo 1:1, 2:1, 3:1, etc.

4.5.5.- Fruto

El fruto es una baya, generalmente periforme, oviforme o globoso; de color verde amarillento hasta marrón y púrpura. La piel puede ser delgada, lisa y suave (Raza Mexicana), gruesa, leñosa, quebradiza y áspera (Raza Guatemalteca), delgada, lisa y flexible (Raza Antillana). La coloración de la pulpa puede ser desde amarillo pálido, amarillo verdoso, amarillo fuerte y en ocasiones verde o púrpura inmediatamente por debajo de la corteza. La consistencia de la pulpa es blanda, medianamente pastosa o muy pastosa principalmente para el caso de los ejemplares criollos.

La semilla tiene formas variadas, desde redonda, esférica, cilíndrica o cónica. Costa de 2 cotiledones, regularmente iguales. Su color es amarillo o rosáceo. Pueden ser lisos, corrugados. Entre los dos cotiledones y hacia su base, hay un solo embrión adherido a ambos lados.

4.6.- Desarrollo de la planta

El periodo de crecimiento vegetativo de una planta de aguacate, se puede extender de 8 a 10 meses en el año. La dominancia apical es marcadamente débil, lo cual permite el desarrollo de yemas axilares que evolucionan al mismo tiempo que la terminal. Los nuevos crecimientos pueden ocurrir solo en ciertas partes del árbol, hay años en que son más intensos, lo que determina que en ese periodo la cosecha sea menor, conociéndose de varios cultivares que presenta una alternancia marcada.

4.6.1.- Desarrollo Vegetativo

Se establecen cinco estados o fases.

Fase A: Corresponde al periodo vegetativo de una rama que ha terminado su crecimiento. La yema terminal es delgada y de forma alargada y en las axilas de las hojas, las cuales son de formación reciente, se observa la presencia de yemas axilares.

Fase B: Las yemas inician su desarrollo, se hinchan y las escamas que las recubren comienzan a separarse, posteriormente, las yemas toman un color amarillento.

Fase C: El tamaño de la base de las yemas es precisamente el mismo que en el estado precedente; pero se aprecia una mayor separación de las escamas. En el extremo del brote aparecen 4 o 5 hojas y las yemas axilares adyacentes pueden evolucionar.

Fase D: La yema terminal se transforma en un brote juvenil de color rojo oscuro ó pálido; sin embargo, las hojas no alcanzan todavía su total desarrollo.

Fase E: Las hojas se aprecian separadas y desarrolladas; pero aún conservan la coloración de la fase anterior y el limbo en que sus actividades fotosintéticas, regulación estomática, etc. no es funcional.

Al finalizar la maduración de las hojas, las cuales adquieren un color verde claro, se repiten nuevamente las fases de desarrollo vegetativo.

4.6.1.- Ramificación

La ramificación está en función del vigor de la planta; ella coincide con un periodo de alargamiento rápido precedido generalmente de un periodo de alargamiento lento. En la ramificación se puede establecer una competencia entre el eje principal y las yemas situadas en la parte inferior o base de la planta.

El resultado final de esta competencia es la desecación de las ramas inferiores por poda natural, lo cual establece u origina el porte del árbol. De acuerdo al cultivar, porte o la conformación de la copa de las plantas es muy diferente entre ellos tenemos el de bola (Peterson); la globosa (Lula y Collinson) y la piramidal (Zutano).

La arquitectura y la dinámica del crecimiento de la planta se efectúa sobre ramas monópodas de inflorescencia laterales. La floración lateral en el aguacate no afecta en forma sensible el desarrollo de la parte vegetativa; al contrario de lo que sucede en la mayoría de las plantas donde existe individualización de las ramas fructíferas.

4.6.2.- Floración

Se ha confirmado la existencia por lo general, de un corto periodo entre la iniciación de la yema floral y la plena floración. El desarrollo de las inflorescencias ocurre en ramas de madera de un año, así como en los brotes del mismo año y con mucha frecuencia se ubican en los sitios alejados del eje principal y en las ramas altas.

La floración al igual que del desarrollo vegetativo presenta cinco fases, siendo los siguientes:

Fase A: La yema terminal presenta el mismo aspecto descrito en la fase B del desarrollo vegetativo. Es decir, recubierta de escamas que comienzan a separarse y mostrando un color amarillento.

Esta fase de la floración se distingue por la aparición de una o más yemas axilares a partir de las cuales se van a desarrollar las

inflorescencia. Estas yemas son de color verde y se localizan muy cerca de la yema apical.

Fase B: El tamaño del ápice terminal apenas cambia y en las yemas laterales, diferenciadas, se pueden observar las extremidades de las inflorescencias.

Fase C: Los pedúnculos florales se alargan y el ápice terminal puede desarrollarse o permanecer en su mismo estado.

Fase D: El pedúnculo floral alcanza su estado definitivo y los racimos de flores están perfectamente diferenciados, pero permanecen agrupados alrededor del eje de la inflorescencia.

La yema terminal puede haberse diferenciado o no, como en la fase C del desarrollo vegetativo.

Fase E: Se inicia cuando los pedúnculos florales se separan y los pétalos se abren.

4.6.3.- Fructificación

Se ha planteado que la fecundación ocurre 24 horas después de la polinización. Este proceso tiene tres fases o estudios;

Fase A: Los sépalos secos recubren al ovario, presenta un diámetro de 1 mm, aproximado y lleva en su parte superior el estilo, bien visible todavía.

En este momento se ubica el fenómeno de la caída de las frutas, el cual puede originarse por varias causas, como: Una mala polinización (flores no visitadas por los insectos), incorrecta proporción o distribución de árboles de los grupos floral A y B; o la presencia de precipitaciones abundantes durante el periodo de floración.

Fase B: Este estado corresponde a la individualización de los frutos jóvenes. El pedúnculo floral se ha alargado y las piezas florales se han desprendido.

Se señala que la mayoría de los frutos fertilizados que se desprenden han alcanzado un estado correspondiente a 14 días después de la polinización. La

degeneración ocurre tanto en frutos fertilizados y no fertilizados, surgiendo que este hecho se debe a una ineficiente distribución de agua y nutrientes hacia los frutos.

Face C.- Desarrollo del Fruto

El desarrollo del fruto de aguacate es continuo, la división celular no está restringida el periodo inicial del crecimiento, sino que la misma sigue sucediendo, hasta alcanzar la madurez fisiológica. Por ello el incremento y grosor de los frutos, durante el desarrollo, son el resultado de la división y el alargamiento celular.

Las características de tamaño y la forma son criterios utilizados para determinar la madurez fisiológica y es característico de cada cultivar.

Raza Antillana: el periodo se extiende entre 5 y 8 meses

Raza Guatemala: el periodo se extiende entre 10 y 15 meses

Raza Mexicana: el periodo se extiende entre 6 y 8 meses.

4.6.4.- Ciclos de vida productivo de la planta

La producción de los árboles frutales varía con la edad por lo que es vital conocer el ciclo de vida de cada especie en particular; así como, los demás factores de orden biológico que inciden sobre el proceso productivo de la planta. Se señala que una plantación de aguacateros tiene una duración de vida productiva que varía entre los 15 y 25 años de edad; obteniéndose la primera cosecha a los 3 ó 4 años y alcanzando la plena producción alrededor de los 8 años de edad.

El ciclo de vida productivo para el aguacatero es:

Juvenil: Corresponde los primeros 18-24 meses de vida de la planta.

Crecimiento: Se caracteriza por el inicio de la producción de frutos y un acentuado crecimiento de la planta. La duración de esta etapa se estima en 3 a 5 años.

plena producción: Se inicia a partir del 5to año y se caracteriza por abundantes floraciones y fructificaciones que alcanzan su máxima expresión entre 8 y 10 años de edad.

periodo de producción: En la cual la planta mantiene los rendimientos del periodo anterior, pero tendiendo a disminuirlos paulatinamente con el pasar de los años, motivado fundamentalmente a la incidencia de enfermedades,

4.7.- Factores Ecológicos

4.7.1.- Temperatura

Es uno de los factores más limitantes para el aguacatero, considerando las características de los grupos ecológicos que se han definido de acuerdo a su adaptación ambiental. Debido a su origen, el aguacate es sensible a las bajas temperaturas, y solamente la raza Mexicana es la que presenta mayor resistencia al frío dado que se cultiva en zonas sub-tropicales. De manera general las temperaturas oscilan entre 12.8 a 28.3 °C.

En California, se comprobó que la variedad "Fuerte", a temperaturas inferiores a 13 °C, durante el día y la noche, en el periodo de floración no se produce ninguna fructificación. Las altas temperaturas (40-50 °C) afectan también la floración y fructificación, provocando defectos en la polinización, desprendimiento de frutos, etc. Cuando se presentan alternancias de temperatura durante el día y la noche la fructificación es anormal.

4.7.2.- Altitud

Es el dato más importante que se ha utilizado para la clasificación de las diferentes razas de aguacate;

Cuadro 24.- Ubicación de las variedades de acuerdo a la altitud.

0 - 100 m.s.n.m.
Simmonds
Catalina
Booth 7 y 8
Benick
Campos Azules
Masatepe
Kuckra Hill
Pollock
Ramírez
Ticomo
Hall
1000 a 1500 m.s.n.m.
Choquette
Hall
Simpson
Booth 8
Lula
Nabal
1500 a 2500 m.s.n.m.
Nabal
Azteca
Fuerte
Hass
Ettinger

Raza Mexicana: 1500-2000msnm.

Raza Guatemalteca: 800 - 2400 msnm

Raza Antillana: 0 - 800 msnm

A continuación se presenta cuadro 24, en donde se reflejan las variedades que por su adaptación a la altitud se pueden establecer.

4.73.- Precipitación

Las precipitaciones para las distintas razas es variable y oscila entre 665 a 1,475 mm, considerando que para condiciones tropicales vienen siendo 1800 mm como una cifra adecuada. El aguacate es muy sensible al exceso de humedad en el suelo debido a que su sistema radicular posee pocos pelos absorbentes y realiza la absorción de agua y nutrimentos por las puntas de las ramificaciones radicales.

4.74.- Viento

Provocan daños a la planta desecándola, que puede trastornar la floración, fructificación y roturas de ramas.

4.75.- Luminosidad

Es un factor importante que garantiza la calidad del fruto. Ramas demasiado sombreadas no producen y serán parásitos del árbol; de allí la necesidad de regular la vegetación y eliminar las ramas no útiles por medio de podas.

La corteza del aguacate: es muy sensible a la intensidad luminosa produciendo quemaduras características en ramas y frutos. No se deben dejar las ramas principalmente expuestas al sol del mediodía.

4.7.6.- Suelo

Preferentemente los mejores suelos son los de textura media y profundo, como los arcillosos, arenosos o de migajón franco, que presenten gran permeabilidad natural; sean libremente penetrables y profundos, que posean una buena fertilidad, 3 a 5 % de M.O, el pH de 6 a 7 para los grupos Guatemalteco y Antillano y 7 a 7.5 para los Mexicanos.

Salinidad

Las sales solubles en el suelo son los sulfatos, cloruros, carbonatos y nitratos. Esta se mide a partir de la conductividad eléctrica expresado en mmhs/cm a 25 °C.

Los suelos por debajo de 2 mmhos/cm se consideran normales, más arriba de 3 mmhos/cm comienzan los efectos tóxicos de los cloruros de sodio y magnesio produciendo quemaduras en las puntas y bordes de las hojas, y defoliaciones intensas.

4.8.-Variedades

Las selecciones locales son de maduración temprana, es decir florecen en noviembre - diciembre y maduran desde abril hasta principios de julio. Entre ellas, se destacan por su calidad de la fruta, la Masatepe, Campos Azules y Catalina; la Cukra Hill es una selección del sector Atlántico del país y es interesante por su alta productividad y su grado de adaptación a zonas del trópico húmedo.

Las principales calidades que se buscan para la producción de fruta en el mejoramiento genético es el trabajo en plantas con alto rendimiento y regular producción, frutas de alta calidad, peso medio con semilla pequeña, que se conserve bien en el árbol y una vida de postcosecha adecuada, tamaño de árboles de pequeño a mediano y de porte vertical. Es muy importante en la selección de los materiales la resistencia a la salinidad y a enfermedades de suelo tales como Phytophthora y el efecto enanizante.

Cuadro 25.- Características principales de variedades de aguacate presente en colección del Centro Experimental de Campos Azules. Masatepe 1993.

<i>Variedad</i>	<i>Raza</i>	<i>Grupo floral</i>	<i>Meses de floración</i>	<i>Meses de maduración</i>	<i>Clasificación varietal</i>	<i>Peso del fruto (g)</i>
Benick	G	A	11, 12	4, 5, 6	P	420
Nabal	G	B	12, 1, 2, 3	7, 8, 9	I	338
Pollock	A	B	12, 1, 2	7, 8, 9	I	572
Simmonds	A	A	12, 1, 2	7, 8, 9	T	330
Waldin	A	A	2, 3, 4	7, 8, 9	I	425
Booth 7	G X A	B	2, 3	8, 9	T	330
Booth 8	G X A	B	2, 3	7, 8	T	
Choquete	G X A	A	12, 1, 2	9, 10, 11	T	
Hall	G X A	B	1, 2	6, 7, 8	I	380
Lula	G X M	A	1, 2	9, 10	T	
Simpson	G X A	B	12, 1, 2	7, 8, 9	I	
Apante	A	B	11, 12	5, 6	P	
Campos Azules	A	B	11, 12	4, 5, 6	P	410
Catalina		A	1, 2	6, 7, 8	I	392
Chalet			5, 6		P	
Corn Island 1	A	B	11, 12	5, 6	P	
Corn Island 2	A	B	11, 12	5, 6	P	
Cukra Hill	A	B	11, 12	5, 6	P	
Mangueno	A	B	11, 12	5, 6	P	
Masatepe	A	B	11, 12	5, 6, 7	P	476
Monte Rosa	A	A	11, 12	5, 6, 7	P	161
Moyeño	A	A	11, 12	5, 6	P	460
Neglin	A	B	11, 12	5, 6	P	
Pita	A	B	11, 12, 1	5, 6	P	
Ptita		B	11, 12	5, 6	P	
Ramirez	A	B	11, 12	5, 6	P	
Rosario				6, 7	P	445
Santa Gertrudiz	A	B	11, 12, 1	5, 6, 7	P	
Silva	A	A	12, 1	5, 6	P	
Ticomo	A	A	11	4, 5	P	389

4.9.- Manejo del Aguacate:

4.9.1- Propagación

La propagación del aguacate se puede realizar tanto por semilla como por partes vegetativas. La propagación y multiplicación sexual se hace principalmente con el objetivo de obtener patrones o porta injertos que recibirán los injertos correspondientes de las variedades seleccionadas. Por lo general, los árboles originados de semilla son árboles seleccionados con características tales como: sean corpulentos, longevos, prolíficos; que posean

un abundante y fuerte enraizamiento, que su follaje es por lo común, denso y amplio.

El uso de la semilla implica tomar ciertas medidas fitosanitarias; la planta madre debe estar lo suficientemente adaptada a la zona de cultivo; las semillas deben provenir de frutos maduros y sanos; las semillas pequeñas se eliminan por su bajo vigor; inmediatamente sembrar la semilla sino se dispone de cámaras refrigeradas adecuadas para la conservación de la semilla; en condiciones de conservación puede estar dos o tres semanas, por más tiempo pierde viabilidad; estar libres de plagas y enfermedades; quitar la cubierta de la semilla para acelerar la germinación y hacer un corte de $\frac{1}{4}$ de su tamaño de su longitud en la parte apical de la misma.

La semilla se desinfecta en agua caliente a 50 °C durante 30 minutos, se enfria y se airean. La semilla se siembra con la parte ancha hacia abajo, de la misma manera en que se encontraba cuando el fruto colgaba en el árbol.

En California siembran la semilla por lo general en bolsas de polietileno perforada estas son de 7 cm de ancho y 25 cm de profundidad, luego las plantas se pasan a otra bolsa de 30 cm de ancho por 40 cm de profundidad.

En un invernadero, las semillas germinarán en 4 semanas aproximadamente, luego de 3 a 4 meses después las plantas son injertadas.

Las semillas deben sembrarse casi inmediatamente después de separarla del fruto, porque su viabilidad es muy corta, no obstante algunos autores informan que se han podido almacenar semillas de estas especies por varios meses envueltas en turba musgosa húmeda a más de 4.4 °C.

Propagación Asexual

Esta se realiza a través de estacas, acodo y el método de injertación, siendo el más importante en este caso el injerto, el cual se hace sobre patrones que han mostrado buenas características agronómicas.

La selección de las yemas debe ser cuidadosa con el objeto de garantizar un buen prendimiento, las características que deben de tomarse en cuenta son: la selección de plantas sanas y con un estado nutrimental bueno, además de

reconocer el estado joven de las ramas con tal de que su sistema vascular localizado entre el corte y corteza se encuentre no suberizado.

Las varetas a seleccionar deben de tener un diámetro entre 0.5 a 1 cm y de 8 a 10 cm de longitud, se eliminan las hojas dejando un trozo de peciolo de 1 cm para no dañar las yemas.

Cortadas las varetas se deben empacar, preferiblemente con papel periódico húmedo. Se deben agrupar varetas en forma individual y transportarse en envases (cajas de madera) apropiados donde no se deterioren. Para mantener almacenadas por varios días se recomienda cambiar el periódico cada 3 días.

Tipos de injerto

Injerto de púa lateral (Costado)

Es la técnica mas difundida para el aguacate por su alto prendimiento entre el patrón e injerto. Una característica del patrón es que sea de una textura blanda o semileñosa.

Para realizar esta técnica se realizan los siguientes pasos:

- a) Suprimir las hojas del patrón en la zona donde se va a injertar, se le hace un corte vertical de 3 cm en la corteza sin llegar a la medula a una altura de 30 cm del suelo
- b) A la púa seleccionada se le hacen dos cortes para que posea la forma de cuña y corresponda a los cortes afectados en el patrón
- c) Se coloca la púa de tal forma que coincida con el corte realizado en el patrón. Se ata con cinta plástica. Las partes expuestas se recubren con pasta o bolsa plástica
- d) Después de brotar las yemas unos centímetros se debe retirar la cinta. Cuando el injerto a desarrollado unos 30 ó 40 cm se corta la parte del patrón por encima de la altura de la unión y luego se instala el tutor.

Injerto de hendidura

En plantas de vivero se procede a decapitar el patrón y se le hace un corte diametral donde penetrará la púa seleccionada. La púa y el patrón deben de ser del mismo diámetro, a la púa se la harán dos cortes en forma de cuña y luego se injertan coincidiendo ambos cambium vascular.

En árboles adultos donde se quiera cambiar de variedad se hace un corte a unos 60 cm del suelo, luego se hace un corte transversal de unos 5 cm de largo y otro de 10 cm en la parte lateral de la corteza. Las púas de madera bien maduras, que son mayores que en el caso de injertación de plantas jóvenes, se injertan en el corte del tronco, pudiéndose colocar varios alrededor del mismo.

Injerto de púa de corona:

Se efectúa con más éxito en plantas adultas, donde se quiere cambiar de variedad ó de reconstruir la planta afectada por fenómenos naturales. El injerto se puede hacer directamente sobre el tronco ó en ramas desarrolladas, en este caso las púas crecen rápidamente entrando en producción a los 2 ó 3 años de realizada la operación.

En árboles adultos, se hace un corte al tronco unos 60 cm de altura del suelo y se realizan cortes verticales en la corteza, de 6 a 7 cm de largo, donde se insertarán las púas colocándose varios con intervalos de 10, 12 ó 15 cm. Las púas son cortas, de madera dura y yemas abultadas; se les da forma de cuña con un corte longitudinal de 5 a 6 cm y otro sesgado de un cm en el extremo. Se levanta la corteza del patrón y se injertan las púas, luego se atan, se coloca cera y se protegen con bolsas de papel o plástico. Aplicar al tronco una lechada de cal.

A los nuevos brotes ya crecidos se les coloca un tutor; cuando aquellos ya tienen una altura de 50 cm se selecciona el mejor brote injertado, los otros pueden dejarse pero se deberá despuntarlos periódicamente.

4.9.2.- Sistemas y densidades de siembra

En las regiones tropicales se recomiendan distancias de plantación entre los 8 x 10 m. Para cultivares de crecimiento erecto como Collinson, Nabal y Taylor,

se utilizan distancias de 10 x 10 m. En Nicaragua, se están recomendando distancias que van desde 8 x 8 m , 10 x 10 metros y 12 x 12 metros en dependencia de las características de crecimiento de las variedades y de suelo. Los sistemas mas apropiados de siembra para el aguacatero son el sistema cuadrado, el tres bolillo y el rectangular; estos sistemas son aptos para terrenos relativamente planos. En terrenos irregulares con pendiente es recomendable la siembra siguiendo las curvas a nivel haciendo terrazas de banco o individuales.

En California, e Israel se práctica la siembra densa durante los primeros años de desarrollo de la plantación aprovechando que en los 4 a 6 años puede aprovecharse la obtención de fruta con los objetivos de recuperar la inversión lo mas rapido posible, mejor aprovechamiento del suelo. Posteriormente cuando se inicia la competencia intraespecifica se procede a el raleo de plantas.

4.9.3.- Siembra

Bajo condiciones de nuestro pais se recomienda la siembra al inicio de la época lluviosa (mayo), para el caso de tener riego, se siembra en cualquier época del año. Inicialmente se hace el marcado en el huerto o sea se colocan estacas donde se establecerá la planta, posteriormente se procede a hacer el hoyo con dimensiones de 60 x 60 x 60 cm o en dependencia de la textura del suelo. Las plantas de aguacate injertadas deben de transplantarse con bloque de tierra evitando queden al descubierto las raíces del árbol lo que garantizará un mejor prendimiento.

4.9.4.- Manejo de suelo

El sistema radical del aguacate es superficial facilitando ser dañado por el uso de azadón u otra herramienta mecánica como arados de disco, etc.

Durante los 5 primeros años la plantación deja al descubierto la mayor parte del suelo, se recomienda el establecimiento entre las hileras cultivos de coberturas (leguminosas) hortalizas o plantas perennes de vida corta (papaya, piña). Entre las hortalizas es preferible evitar los tomates y la berenjena ya que son susceptibles al *Verticillium*, tanto como el aguacate. Cultivos gramíneos como el maní, maíz, sorgo o especies como la yuca. Entre los frutales se

pueden sembrar papaya, piña, banano, cuidando que el intercultivo no provoque fenómenos de etiolación por el excesivo sombreamiento.

Lo esencial es que estos cultivos deben progresivamente reducir el espacio y limitados en el tiempo. Ej. Con un marco de 10 x 10 m, los intercultivos pueden ocupar el primer año unos 8 metros de ancho, segundo año unos 6 metros, el tercer año 4 metros y el siguiente desaparecer.

4.9.5.- Fertilización

Entre todos los frutos, el aguacate es el que contiene mayor cantidad de Nitrógeno, fósforo, magnesio, boro, cobre y hierro, y solo el banano es mas rico en potasio. Sin embargo, los rendimientos del aguacate son menores que los de otras especies frutales, y las exportaciones por hectárea cultivada son mas bajas.

El muestreo de hojas y el análisis como herramienta, es importante para darse cuenta del estado nutrimental de la planta. Para ello se requieren hojas de 4 a 5 meses de edad de brotes terminales sin brotes laterales, sin frutos y no sombreadas por otras hojas, de todas las partes de la copa y altura entre 1.30 m y 2.00 m. Se toman por lo menos 10 hojas de cada árbol, siendo la muestra de 5 árboles de igual variedad y edad.

Cuadro 26.- Inmovilizaciones de minerales (g) en aguacates de 6 años (variedad Lula). Gaillard, 1987.

	Peso fresco (Kg)	Peso seco (kg)	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na	Fe	Mn
Planta entera	628	262	1543	168	1634	933	191	346	8	162	14
Hojas	86	31	612	41	359	34	78	43	1	4	6

En la cuadro 27 se reportan los estadares para el análisis foliar, que pueden ser utilizados como referencia, aunque Gaillard (1987) considera que para P, K, Ca y Mg el rango es muy variable y, por lo tanto, debería ser adaptado a las variedades y localidades.

Los fertilizantes pueden ser varios Nitrato de Calcio, Nitrato de amonio, Urea, Sulfato o fosfato de amonio, pero es mejor no utilizar el nitrato de Sodio. La efectividad de las aplicaciones foliares de urea es todavía de confirmar ya que

Los resultados de las investigaciones hechas en California y en Israel no son confusos (Nevin et al., 1990)

Cuadro 27.- Estandares para el análisis de hojas adultas de aguacate en relación a la materia seca. (Gaillard, 1987).

Míneral	Deficiente inferior que	Adecuado	Excesivo mayor que
N (%)	1.6	1.6 - 2.0	2.0
P (%)	0.05	0.08 - 0.25	0.30
K (%)	0.35	0.75 - 2.00	3.00
Ca (%)	0.5	1.0 - 3.00	4.0
Mg (%)	0.15	0.25 - 0.80	1.00
Cl (%)			0.25 - 0.50
Na (%)			0.25 - 0.50
S (%)	0.05	0.20 - 0.60	1.00
Fe (ppm)	20 - 40	50 - 200	
Mn (ppm)	10 - 15	30 - 500	1000
Zn (ppm)	10 - 20	30 - 150	300
Cu (ppm)	2 - 3	5 - 15	25
B (ppm)	10 - 20	50 - 100	100 - 250

explotación (Suppo, 1982)

La práctica del riego por goteo o micro-aspersión permite la integrar la fertilización y también la reducción de las dosis anuales: 387 g de N y 373 g de K por planta en lugar de 1,600 g de N y 1,600 g de K (Gaillard, 1987)

4.9.6.- Riego

La mayoría de las raíces absorbentes del aguacatero ocupan un perfil de suelo de 30 a 60 cm, esto en función de la edad de la planta y de la textura del suelo.

Para calcular la cantidad de agua a aplicar, se pueden utilizar dos tensiómetros a las profundidades mencionadas en el párrafo anterior y aplicar riegos ligeros

La fertilización puede ser fraccionada en:

2 veces, 1 antes de la floración y 1 durante el crecimiento de los frutos.

3 veces, evitando el periodo de floración y cuajado.

Mensualmente para las plantas jóvenes y 4 veces para las plantas adultas.

Como orientación general reportamos algunas sugerencias en función de la edad y de las condiciones de

Cuadro 28.- Fertilización nitrogenada según la edad del árbol. (Suppo, 1982)

Edad del árbol	N puro por árbol/año (g)
2	60
3	120
5 a 7	240
8 a 9	350
10 a 14	500
> 15	700

cuando la lectura del tensiómetro a 30 cm sea de 50 centibares y riego abundantes cuando el tensiómetro a los 60 cm alcance la misma lectura. La cantidad de agua por año varia en función de la edad de la planta y de los factores ambientales. Por ejemplo en regiones áridas (pp = 600 mm/año) la cantidad puede ser de 9,000 a 10,000 m³ por hectárea.

1.9.7.- Poda

La tendencia general es no podar, permitiendo que los árboles se desarrollen naturalmente y realizando solamente algunos raleos de ramas. Sin embargo, con la poda de formación se evita el desarrollo de troncos múltiples, eliminando a través de cortes laterales, las ramas que pueden convertirse en tallo grueso o en ramas que dificultan las posteriores labores culturales.

La búsqueda de la forma ideal es la de semi-esfera, con suficiente número de ramas distribuidas a una altura conveniente y esto se logra:

- 1.- Eliminando la dominancia apical a una altura de uno 15 a 20 cm por encima de la unión con el injerto (vivero o campo).
- 2.- En las variedades que tienen un gran crecimiento en altura se realizan cortes en el ápice de las ramas principales para provocar un crecimiento más lateral.
- 3.- Evitar el desarrollo de ramas que tiendan al verticalismo (chupones)

La poda en el campo después de su transplante se realiza entre los 2 y 4 meses, eliminándose el eje central al nivel de una ramificación lateral.

A los 3 ó 4 meses de la primera, se eliminan todas las ramas verticales muy vigorosas, situadas en la parte superior. La tercera, se efectúa entre los 9 y 12 meses después de la plantación utilizándose los mismos principios de podas empleados anteriormente.

En árboles adultos en producción, se debe evitar el exceso de poda dado que responde la parte vegetativa y esto incrementaría la alternancia de producción.

En principio, las podas pueden limitarse a eliminar las ramas bajas que dificultan las labores (riego, aplicaciones de fertilizantes, insecticidas, etc)

eliminan la madera muerta, mantener la altura de la planta y se sugiere para esto una altura de 6 a 8 metros. La mejor época de hacer la poda es después de la cosecha de frutos.

4.10.- Cosecha

La cosecha de los frutos se puede realizar utilizando tijeras o chicoles¹. La recolección es uno de los factores que mas influyen en el éxito del mercadeo del aguacate. La misma debe hacerse cuando alcanza la madurez fisiológica, época en la cual comúnmente se dice que la fruta esta hecha. El aguacate no madura en el árbol y solamente alcanzará este estado después de haber sido separado de la planta o caída al suelo.

Un árbol adulto puede producir anualmente un promedio de 200 a 600 frutos, lo que puede arrojar un rendimiento entre 8 a 12 toneladas.

4.10.1.- Criterios para determinar la madurez del fruto

Visuales

Color de la cascara. Es característico de algunas variedades cambien de color la cáscara durante el proceso de maduración. La pérdida de brillantes del color y la adquisición de su color característico en los de cáscara morada.

Tamaño de los frutos. Es uno de los criterios no práctico, pero puede ayudar en la determinación del momento de la cosecha.

Físicos

Abscisión. Es la facilidad del pedúnculo de quebrarse cuando se somete a cierta torsión.

Firmeza. Durante el proceso de maduración el ablandamiento del fruto es la alteración mas asociada a la maduración del mismo.

¹ Es una vara de madera, metal que en uno de sus extremos se coloca un aro de metal con dientes y una bolsa que permita el corte de la fruta sin dañarla y sin provocar golpes.

Fisiológicos

Período de floración a cosecha y desarrollo del fruto. Cada una de las variedades presenta un rango de tiempo.

Grados de calor por día. Se toma como temperatura base para el aguacate 10 °C, se establece que la suma de los grados-días necesarios para completar el ciclo de fructificación varía de acuerdo al tipo de raza. Los cultivares de la raza Antillana necesitan de 2164 a 3554 grados de calor. Para el caso de los híbridos (Antillanos x Guatemaltecos) requieren 3278 a 3790 grados de calor.

Químicos

Contenido de aceite, proporción de azúcar/acidez.

La fruta de aguacate es muy perecedera, con una vida post-cosecha muy corta. Bajo condiciones de almacenamiento a medio ambiente su vida es de dos semanas después de cosechada, mientras que bajo condiciones de refrigeración su vida se prolonga a 4 semanas como máximo, siempre que este a temperaturas de 12.8 °C y una humedad relativa entre 85 a 90 %.

4.11.- Plagas y enfermedades

En Nicaragua, el cultivo de aguacate es atacado por insectos y patógenos que provocan enfermedades que reducen los niveles de producción de las plantas.

4.11.1.- Plagas

Barrenador del hueso (*Stenomacrus catenifer*)

La palomilla coloca los huevos cerca de los frutos, al eclosionar estos, las larvas barrenan el hueso ocasionando la caída de los mismos.

Para efectos de controlar el ataque se debe detectar el estado adulto y dirigirlo contra ellos. Los tratamientos sugeridos para su control son del tipo fosforados o insecticidas carbámicos. Las aplicaciones se hacen sobre el follaje a

intervalos de 20 días y se suspenden unos 7 a 15 días antes de efectuarse la cosecha de los frutos.

Barrenador del fruto (*Heilipus lauri*)

Es un picudo de la familia Curculionidae. La hembra, al ovipositar dentro del fruto y eclosionar sale una larva de color blanca. Esta provoca galería cuando se esta alimentando de lo que es la pulpa.

El control que se sugiere es recolectar y quemar los frutos caídos y afectados estando prendidos en el árbol, se hace con el objeto de interrumpir el ciclo biológico de la especie. Se hacen aspersiones de insecticidas al follaje cada 15 días y se suspenden unos 15 días antes de efectuar el corte de las frutas para su venta.

Barrenador de ramas y troncos (*Copturus aguacatae*)

Las lardas barrenan ramas y troncos delgados de consistencia suave, dejando galerías profundas que ocasionan marchitamiento y muerte del follaje. En el punto de entrada de la larva se detecta un punto blanco polvoso que indica la presencia de la plaga. También se detecta la presencia al observar hojas marchitas en proceso de secado o secas en las puntas de las ramas.

Se controla eliminando las ramas atacadas a través de podas, se recolectan y se queman posteriormente. Hacer aplicaciones de insecticidas en el momento de salida de los adultos a intervalos de 20 días y se suspenden 15 días antes de el corte de los frutos para la venta.

Acaros (*Tetranychus telarius*) Arañuela roja.

Estos insectos al chupar la savia de la planta ocasionan manchas amarillas y pálidas en las hojas, induciendo a una caída prematura de las mismas.

Se hacen aplicaciones de insecticidas en horas tempranas del día y acaricidas específicos.

Afidos (Aphis gossypii)

Extraen la savia de las hojas y brotes tiernos y al hacerlo inyectan una saliva tóxica produciendo un retorcimiento y decaimiento de las hojas, reducen el crecimiento vegetativo.

Se hacen aplicaciones de insecticidas.

4.11.2- Enfermedades

Podredumbre de la raíz (Phytophthora cinnamomi)

El exceso de humedad, temperatura alta del suelo y un pH ligeramente ácido son las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad.

El hongo ataca a las raíces necrosándolas en forma progresiva, esto sucede en plantas de todas las edades y se llega al punto de eliminación de todas las raíces alimenticias. La destrucción lenta del sistema radical lleva finalmente a la muerte del árbol.

Síntomas

Se presenta un decaimiento progresivo del árbol, pérdida de color de las hojas, producción de hojas más pequeñas y frutos menos desarrollados, ramas que se secan y defoliación de la copa de los árboles, disminución de la fructificación y pérdida total de las raíces provocando la muerte del árbol.

Existen diferentes formas de como se propaga el hongo en el suelo; a través del agua de riego, el traslado de tierra de un sitio contaminado al vivero, plantas jóvenes provenientes de viveros infectados y semillas no curadas.

Formas de detección del hongo.

Se coloca un fruto de aguacate en un recipiente que contenga una muestra de suelo, manteniéndolo húmedo; luego de varios días se saca el fruto y si existe patógeno se presentarán manchas de color oscuro en la epidermis del fruto. Se recomienda constatar la presencia del patógeno a través de cultivo de laboratorio y una observación con microscopio.

Metodología para el control

Determinar los árboles afectados para localizar la distribución de la enfermedad en el huerto.

Reducir la humedad del suelo con menos irrigaciones.

Aislar las plantas afectadas mediante barreras químicas o barreras secas. Las barreras químicas, consisten en una zanja tratada con fungicidas ej. Vapan, Aliete. La barrera seca consiste en no regar manteniendo el suelo seco.

Sarna • Roña (*Sphaceloma persea*)

Su ataque esta dirigido a los frutos (pequeños y en proceso de crecimiento), provocando manchas oscuras o negras que se van ensanchando dejando en su centro una textura corchosa las que pueden cubrir todo el fruto.

Su control se inicia desde el inicio de la floración hasta la cosecha de las frutas, con aplicaciones de fungicidas a base de cobre cada 20 a 30 días, en dependencia de la incidencia de la enfermedad en el huerto.

Antracnosis (*Colletotrichum gloesporium*)

Los daños se localizan en hojas, ramas y frutos. Se presentan en las hojas manchas de color claro, de forma irregulares como pústulas que luego pasan a un color marrón: En las ramas las manchas son blanquecinas, en los frutos son redondeadas y color café o negro. Las condiciones propicias para el desarrollo de esta enfermedad es el exceso de humedad ambiental.

Su control se hace con productos fungicidas a base de cobre.

Bibliografía

- ALIX, C. 1989. Cultivo de aguacate. O.C.S.D. Programa Alimentario Nicaraguense. MIDINRA. Managua, Nicaragua. Ciclostile.
- AVILAN, R. ;F. LEAL y D. BATISTA. 1989. Manual de fruticultura. Aguacate. Edit. América C.A.
- BARBEAU G. 1990. Frutas tropicales en Nicaragua. ECS. Nicaragua.
- BARMORR C. R. 1980. Avocado/Tropical and subtropical fruit/Nagy. Show AVI.
- BERGH B.; ELLSTRAND N. 1986. Taxonomy of the Avocado. California Avocado Society 1986 Yearbook. Vol. 70.
- CAÑIZARES, J. 1973. Los Aguacateros. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 282 p.
- FAO. 1989. El mercado mundial de productos hortofrutícolas tropicales. Estudio FAO desarrollo económico y social 76.
- GAILLARD J. P. 1987. L'Avocatier Moaisonneuve & Larose.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1996. Cultivo de Aguacate. Guía Tecnológica 9.
- KOEN T. J.; DU PLESSIS S.F.; TERBLANCHE J. H. 1990. Nutricional factors involved in physiological post harvest fruit disorders of avocado (cv Fuerte). Acta Horticulturæ 275.
- LEON J. 1989. Botánica de los cultivos tropicales. IICA.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1996. Agricultura & Desarrollo. No. 21.
- MONGE J. E.; PONCBNER. S. 1994. Diagnóstico de la situación y perspectivas económicas de la producción de frutales en Costa Rica. In: Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit. Organo divulgativo en Ciencias Agrícolas. Vol. 27.
- NEVIN J. M.; EMBLETON T. W.; LOVATT C. J. 1990. Problems with urea-N-foliar fertilization of avocado. Acta Horticulturæ 275.
- RODRIGUEZ M. T. 1989. Consideraciones generales sobre manejo, almacenamiento y alternativas de procesamiento del aguacate. III Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustrias de Frutas Tropicales. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia.
- SALAZAR-GARCIA S.; CORTES-FLORES J.I. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. California Avocado Society 1986 Yearbook, vol 70.

SAMSON J. A. 1991. Fruticultura tropical. Limusa.

SOLIS A. M.; AGUILAR M.; PERI E. 1991. Guía para vivero de aguacate. Boletín divulgativo No. 13-MAG\GTZ. Costa Rica.

STOREY W. B. Et al. 1986. The origin, Indigenous Range, and dissemination of the Avocado. California Avocado Society 1986 Yearbook, vol. 70.

SUPPO R. F. 1982. El aguacate. AGT Editor. S.A.

CAPITULO V

CULTIVO DE LA PIÑA

5.1. Origen, distribución e importancia económica

La piña pertenece a la familia de las Bromeliáceas, son originarias de América tropical, específicamente de América del Sur. Esta situado entre los 15° y 30° de longitud Sur y los 40° y 60° de latitud Oeste y que abarca fundamentalmente el Sur de Brasil, el Norte de Argentina y Paraguay (Martínez, 1981).

La piña tiene una distribución que va desde México hasta Paraguay, desde Nigeria hasta África del Sur y desde la India hasta el Norte de Australia.

La mayor parte de la producción de piña es enlatada, sin embargo, la producción mundial para el consumo fresco sigue aumentando. Se estima que la producción mundial de piña fresca en 1994 es de aproximadamente de 750 mil toneladas métricas. En general el consumo de fruta ha estado creciendo en tres polos importantes como son: Estados Unidos, Europa y Japón.

Nicaragua, tiene una producción de 1,377 manzanas, con una producción de 18,000 frutos por manzana y año, principalmente de la variedad Monte Lirio, la cual es muy apreciada en el mercado nacional, pero en el mercado externo no es preferida (Delegación INTA, 1997. Municipio de Ticuantepe)

Cuadro 29.- Principales países importadores de piña fresca, 1990-1994.

País	Precio promedio (US \$) 1990-1994	País	Volumen promedio (tm) 1990-1994
Francia	69,723	Japón	124,936
Japón	53,612	U.S.A.	124,271
U.S.A.	51,823	Francia	95,924
Italia	33,643	Bélgica/Lux.	48,185
Alemania	28,581	Italia	44,201

Fuente: MAG/FAO, 1997.

5.2.- Composición y Usos

La piña esta compuesta principalmente de agua y azucares lo cual la hace ser un alimento energético; un vaso de 150 cc de jugo llega a contener unos 75 calorías. El fruto contiene todas las vitaminas menos la D.

Cuadro 30.- Composición de la pulpa de piña por 100 g. De peso fresco (Cayena lisa).

Agua	80-86.2 %
Azucares	10-18 %
Ácidos orgánicos	0.5-1.6 %
Cenizas	0.3-0.6 %
Pigmentos	0.16-0.32 %
Proteínas	0.42 %
Carbohidratos	0.94 %

La fruta se consume fresca, se procesa para conservar en forma de rodajas, se obtiene jugo, alcohol, licores, vinagre, almibar, mermelada, refrescos, se usa como ablandador de carne, se prepara en ensaladas, se usa para alimentar el ganado con los desechos y enlatarla en forma de rodajas o trozos.

5.3.- Morfología y fisiología

5.3.1.- Raíz

El sistema radical es muy superficial y limitado, crece en forma horizontal, y según sea la estructura, aireación y humedad del suelo, puede alcanzar hasta 2 m de longitud, ocasionalmente alcanza 60 cm. de profundidad, pero normalmente penetra unos 15 cm en el terreno. Esto hace posible el cultivo de piña a densidades muy altas. Las raíces de la piña son bastante flexibles y fuertes.

5.3.2.- Tallo

El tallo alcanza una longitud entre 25 a 30 cm, con un diámetro en su parte gruesa de 5.5 a 6.5 cm.; presenta numerosas yemas axilares que se desarrollan dando lugar a una planta. Los hijos tienen la base curva en el caso de los hijos basales, mientras los axilares son rectos.

5.3.3.- Hoja

Las hojas según la variedad a que pertenecen son cónicas, aserradas, espinosas, ovales, puntiagudas y de color verde claro. En esto influyen las condiciones de fertilidad del suelo.

La longitud varía entre 80 a 100 cm y de 7 cm de ancho. Por la forma de las hojas, almacena pequeñas cantidades de agua en las axilas de las hojas y acumula cantidades suficientes de estas en los tejidos acuíferos que les permite resistir a la sequía.

Una planta adulta produce entre 70 a 80 hojas dispuesta en forma de roseta.

La forma de las hojas varía y dependen de la posición en el tallo y por lo tanto a la edad. Para el productor es muy importante conocer las diferentes formas de las hojas. Estas se agrupan en las siguientes clases (Py y Tisseau, 1965).

- A.- Hojas exteriores, ya completamente desarrolladas cuando el brote (hijuelo, esqueje, corona) se plantó; presentan un cuello o una zona de crecimiento restringido, cerca de la base y tienen prácticamente una posición horizontal.
- B.- Hojas presentes, pero no completamente desarrolladas al momento de plantar; el cuello se encuentra más arriba y sobre éste se observan algunas espinas (lo anterior, de modo incidental ocurre después de cada cese del crecimiento).
- C.- Hojas más viejas desarrolladas después de plantar; no existe un cuello que sea claramente visible.
- D.- Hojas jóvenes, pero completamente desarrolladas que crecen a un ángulo de aproximadamente 45°; estas hojas generalmente se utilizan para análisis foliares y mediciones. Su peso (que puede llegar a 100 g) se encuentra estrechamente relacionado con el rendimiento.
- E.- Hojas en pleno desarrollo, aún no totalmente verdes.
- F.- Hojas en posición totalmente erecta dentro de la roseta, pequeñas y ligeramente coloreadas.

5.3.4.- Inflorescencia

La inflorescencia está compuesta de 100 a 200 flores individuales, hermafroditas, dispuestas en 8 espirales; las primeras flores en abrir son las inferiores y como cada día se abren unas pocas flores el periodo de floración se extiende por tres o cuatro semanas.

En Nicaragua la época principal de floración natural de la piña ocurre desde los últimos días de Diciembre hasta los primeros días de Febrero, esto es debido principalmente al acortamiento del día y por las bajas temperaturas durante la noche.

5.3.5.- Fruto

La piña es un fruto agregado, carnosos y polispermo, llamado Sorosis. Es un conjunto de frutos soldados por medio de sus cubiertas florales, que se vuelven carnosos. Están ubicados alrededor de un eje central o corazón que es la continuación del pedúnculo fibroso. El fruto tiene forma cónica, el color varía desde verde hasta amarillo rojizo, dependiendo de la variedad.

La floración comprende unos 26 días, desde que abre la primera flor hasta la última y del final de la floración a la obtención del fruto maduro unos 5 a 6 meses. En la base del fruto se desarrollan 3 a 6 hijos, los que pueden ser utilizados para la propagación de la especie.

5.4.- Condiciones ambientales para el desarrollo de la Piña

5.4.1.- Temperatura

Es el factor climático que más influye en el crecimiento general de la planta, así como al tamaño y la calidad de los frutos.

La temperatura óptima oscila entre 21 a 27 °C, límites donde se han obtenido los mejores resultados. Temperaturas mayores de 32 °C y menores de 20 °C reducen el crecimiento de la planta y afectan la formación, maduración y calidad de los frutos.

5.4.2.- Luminosidad

Este factor tiene una gran influencia en el rendimiento. Se ha calculado que cuando las radiaciones solares disminuyen como promedio, un 20 % el rendimiento disminuye en un 10 %, y se debe a la relación entre la síntesis de los carbohidratos en las hojas y la utilización del nitrógeno. También tiene una acción notable en la coloración de los frutos.

En Nicaragua, se ha observado, que las altas radiaciones solares durante la época seca en conjunto con las altas temperaturas provocan daños a los frutos que se encuentran expuestos totalmente y sufren de quemaduras.

La piña es un cultivo propiamente xerofítico; por ello se adapta a las condiciones de sequía. Una de éstas es el comportamiento de los estomas, los que se mantienen cerrados durante las horas calientes del día, ya que de otra manera se perdería mucha humedad. Por otra parte, no se presenta un sistema fotosintético ordinario y la planta tiene que utilizar el sistema o Metabolismo Ácidos de las Cruciferas (MAC) en el que el CO₂ no es reducido hasta azúcares, sino sólo a ácidos orgánicos (principalmente cítrico y málico). Estos se acumulan en las hojas durante la noche y la reducción a azúcares se completa durante el día con los estomas cerrados.

5.4.3.- Precipitación

El requerimiento de agua para la piña oscila entre 1,100 a 1,500 mm al año bien distribuidas; sin embargo este cultivo economiza bastante agua debido a la forma de las hojas y su disposición, y a la presencia de tejidos acuíferos donde almacenan agua que la hace resistente a la sequía.

5.4.4.- Altitud

La piña se desarrolla bien desde los 0 a 400 metros sobre el nivel del mar, pero los mejores resultados se obtienen a alturas entre 150 a 300 m. Aunque a mayores alturas la floración es más rápida, así como la maduración de los frutos.

5.4.5.- Suelos

Los suelos deben ser sueltos, bien aireados, con un alto contenido de materia orgánica. La acidez debe ser ácidos o ligeramente ácidos con un pH entre 4.5 y 6.5, depende del cultivar. Para Cayena Lisa el pH óptimo varía entre 5.6 - 6. Y para Española Roja su pH debe ser 4.5 a 5.5.

5.5.- Variedades

Grupo Cayena

Es el grupo más importante, pues en él se encuentran las mejores variedades, tanto para la industria como para la exportación en fresco. Es el más cultivado mundialmente.

Variedad Cayena Lisse

Las hojas tienen un largo entre 80 y 100 cm, son erectas, no presentan espinas en sus bordes salvo unas pocas en la punta.

Fruto de color amarillo oro, de forma cilíndrica y ojos achatados poco profundos. El tamaño es grande (2.5 kg.) unas 4 a 5 lbs. de peso, su consistencia es suave, con poca o ninguna fibra. El color de la pulpa es amarillo oro claro, tiene gran cantidad de jugo dulce y ácido.

La planta es muy susceptible a la marchitez producida por la chinche harinosa.

Su forma y tamaño del fruto hacen que la prefieran para la industria por su alto aprovechamiento, tanto para consumo en fresco como para la industria.

En Nicaragua, existen pequeñas áreas de producción de esta variedad con el objetivo de llegar a exportarlas. Solamente en el Municipio de Ticuantepe se cultivan 13 manzanas de esta variedad (Delegación INTA, 1997. Municipio de Ticuantepe).

GRUPO QUEEN

Variedad *Queen*:

Las hojas son más cortas que Cayena lisa, fuertemente espinosas. Frutos de menor peso < 1.3 kg. Los ojos son de pequeño tamaño y muy prominentes.

En general la opinión es que las variedades de este grupo son más apropiadas para la exportación de la fruta fresca que para la fabricación de rodajas.

GRUPO SPANISH

Variedad *Española Roja*:

La planta es grande, con hojas largas (1,20 m) y estrechas, con espinas agresivas, de color verde oscuro y bandas o cintas rojizas carmelitas, el sistema radical es uniforme.

De fruto grueso, peso de hasta 5 lb, con ojos grandes, achatados y profundos. La consistencia del fruto es fibrosa, color verde morado que se forma rojo al madurar. El color de la pulpa es amarillo crema, la textura es fuerte, con poca cantidad de jugo, y de sabor algo ácido,

GRUPO PEROLERA

Variedad *Montelirio*

Las hojas son lisas, color verde-rojizo, no poseen espinas en sus bordes. El fruto es cilíndrico de tamaño mediano, y la pulpa blanca. Los ojos son profundos limitando el uso de la pulpa para la industria. El fruto pesa entre 3 a 6 libras.

5.6.- Propagación

La forma de propagación con fines comerciales es a través de los hijos que se desarrollan de las distintas partes de la planta.

La piña presenta varios tipos de hijos que obedese a su localización en la planta y que desarrollarán.

Hijos de Corona

Este se encuentra sobre el fruto, no es muy utilizado porque presenta inconvenientes. Es de menor peso (100 a 150 g.), presenta un ciclo largo de producción de 20 a 24 meses en condiciones normales.

Ventajas

Las plantaciones de coronas son más uniformes.

- Emiten raíces más rápidas que los otros tipos

- Rendimientos promedios muy altos.

Desventajas

- Susceptible al ataque de hongos

- Siembra inmediata porque tiene pocas reservas.

Hijos Básaes

Es el material preferido por los agricultores. Este brota de la base del fruto y es el más utilizado para la propagación de la piña.

Se encuentran en mayores cantidades en la planta de piña que el resto de hijos. Su recolección se realiza 1 ó 2 meses después de la cosecha y es necesario separarlo por tamaño, ya que no todos tienen el mismo crecimiento. El peso promedio oscila de 150 a 200 gramos y su ciclo de producción es de 18 meses.

Ventajas

- Recolección fácil

- Menos susceptible a las pudriciones.

Hijos Axilares

Son los brotes que salen de las axilas de las hojas, del tallo salen de 2 a 3 por planta. Son utilizados como material de propagación o para obtener la próxima cosecha de la planta, pesan de 250 a 500 g.

El ciclo de producción de este material debido a su tamaño puede variar entre 12 y 16 meses.

Desventajas

Son muy susceptible a ataques de hongos.

Cultivo In Vitro

Es un método de reproducción rápida de donde se obtiene gran cantidad de plantas. Una de las principales ventajas de la obtención de plantas in vitro es reproducir material sano, principalmente de virus, bacterias.

Selección del Material de Propagación

En la selección del material para la siembra se requiere considerar dos aspectos: el peso y la uniformidad de los hijos. Ello para evitar el desarrollo heterogéneo de las plantas en el huerto.

Los hijos se cortan con la mano una vez que han adquirido el tamaño adecuado. Se colocan por encima de la planta con la base hacia arriba. Se dejan expuestos al sol, durante unas 2 semanas. Esta labor sirve para curar o cicatrizar la zona donde se cortó y evitar el ataque de cochinillas al sembrarse este material.

Los hijos posteriormente se recolectan y se llevan a desinfectar en una solución de fungicida más insecticidas. En la meseta de Carazo se recomienda: malathion a dosis de 90 cc más Captatol en dosis de 150 cc, disueltos en 100 lts. de agua.

Los hijos se seleccionan por su origen (basales, axilares, corona), luego por peso y tamaño para así establecer bloques uniformes en el huerto y favorecer el manejo, principalmente de la inducción floral.

5.7.- Preparación del Terreno

La actividad de preparar el suelo para la siembra es muy importante para el caso de la piña. Se requiere primeramente hacer una limpia (chapia) del terreno de los restos de cultivo y/o malezas presentes.

Esta actividad es preferible hacerla unos 60 días antes de la siembra, con ello se posibilita la descomposición de los residuos y su incorporación al suelo.

Para eliminar los residuos de plantaciones viejas y para sustituirlas, se procederá a 4 pases de arado ya sea con tractor o con bueyes; dicha labor tiene como ventajas: la destrucción de malas hierbas, facilita la nueva siembra, control indirecto de nemátodos y otras plagas del suelo. Todo ello se consigue al remover el suelo y exponerlo al sol.

Es recomendable hacer una aplicación de fungicidas al suelo después de la preparación del suelo.

En caso de usarse arado jalado por tractor, el arado debe profundizar de 25 a 30 cm.

5.8.- Época de siembra

Normalmente los pequeños productores en Nicaragua, siembran a finales del mes de Abril, ello para evitar pudriciones por la época lluviosa próxima. Los productores que posean riego la pueden hacer en cualquier época del año.

Siembra

La puesta de los hijos debe conllevar a precauciones, siendo las siguientes: La apertura de los hoyos se puede hacer con un palin de punta, o surcos hechos con escardillos.

Las plantas deben tomarse de la base con una mano y sobarse cubriendo el cogollo para evitar la penetración de tierra. Apretar un poco el suelo donde quedará la planta.

5.9.- Sistema de plantación

En Nicaragua se ha orientado la siembra de la piña en surcos dobles con el siguiente arreglo; 90 cm x 60 cm x 30 cm para una población de 44,100 plantas por hectáreas (31,195 plantas/mz). Para el caso de la variedad Monte Lirio se establece el siguiente sistema de 1 m x 0.6 m x 0.5 m, siguiendo este sistema se obtiene una población aproximada de 18,000 plantas por manzana.

Samson, (1991), recomienda un sistema de doble surco con Cayena lisa de 90 cm x 60 cm x 30 cm, para obtener una población de 44,444 plantas por hectárea. Generalmente una densidad de 40,000 a 50,000 plantas /Ha se elige como fruta para enlatar y de 60,000 a 70,000 plantas /Ha para exportación en fresco, en ambos casos con Cayena lisa.

En Cuba se recomienda poblaciones de 33,000 plantas por hectáreas para las variedades Cayena Lisa y Española Roja con el siguiente arreglo 120 x 30 cm x 40 cm. en surcos dobles.

5.10.- Manejo Cultural

5.10.1.- Manejo de las malezas

El manejo de las malezas se puede realizar por medios químicos, medios mecánicos y medios inertes.

Medios químicos

Para garantizar un efectivo control de las malas hierbas en el cultivo se requiere garantizar lo siguiente:

- Preparación adecuada del terreno.
- Humedad del terreno al momento de la aplicación
- Conocer el tamaño y especies de malas hierbas a controlar
- Una buena calibración del equipo de aspersión.

En el momento de la aplicación debe existir humedad para que el herbicida pueda fundirse y formar una capa que evite la reproducción de las malas hierbas.

El tamaño y la especie a tratar determinan la dosis e incluso el producto a utilizar. Se deben de emplear de dos tipos: los de contacto que tienen una acción de unos 30 días, actúa muy bien en malezas recién brotadas y los de acción residual aplicados como pre-emergentes.

ventajas del uso de herbicidas en Piña

Un aumento de los rendimientos

Evitar daños mecánicos provocados por los implementos mecánicos.

Evitar la desecación rápida del suelo producidas por las labores sucesivas al cultivo.

desventajas del uso

El empleo de dosis no adecuada provocan fitotoxicidad a la planta.

Productos caros en el mercado.

Mala selección del producto que no controlan las malezas.

En la tabla 3 se muestran algunos de los productos herbicidas utilizados en el cultivo de Piña.

Tabla 31.- Productos herbicidas utilizados en el cultivo de la piña.

Producto Comercial	Dosis/ha	Observación
Diurón	4-6 kg	
Metopase 80	2-3 kg	
Metoprim	4-6 kg	Rotboeilia
Metacil 80	4 kg	Post o pre-emergente suelos
Metacil 80+Diuron	5 kg 2.5 kg c/uno	arcillosos contra coyolillo

El tiempo que debe transcurrir entre una aplicación de Diurón y otros debe ser de 120 días. En los herbicidas de contacto no sucede esto, ya que tienen muy poca o ninguna residualidad.

Medios Mecánicos

Tradicionalmente para el control de malezas en piña se ha usado el machete y el azadón ya sea en el control total de malezas así como complemento del control químico. El inconveniente que tiene es el de afectar el sistema radical de la planta y el polvo que levanta, ayuda a la penetración de *Phytophthora*. Cuando son pequeñas las plantas le cae tierra al cogollo.

En la Meseta de Carazo recomienda hacer dos aplicaciones: una a los 30 días y otra a los 50 días después de la siembra; para luego hacer las aplicaciones de herbicidas.

Medios inertes

En países donde se cultiva fuertemente la piña de calidad se ha generalizado el uso de cobertura desde la siembra con polietileno negro.

El polietileno es colocado antes de la siembra, el cual quede bien estirado para evitar roturas. En estos países, disponen de plásticos que tienen un ancho de 70 cm y están perforados en triángulo de acuerdo con el marco de plantación que se desea aplicar.

Con el uso de este método se tienen las ventajas:

- Evitar en un 80% el desarrollo de malezas entre las hileras.
- Aumenta y regula la temperatura del suelo.
- Reduce las pérdidas del fertilizante por el arrastre
- Evita la erosión
- Conserva la humedad del suelo
- Duración del plástico es larga si se trata con cuidado

Desventaja

- Uso solamente en suelos planos

Requiere de una buena preparación del suelo

10.2.- Nutrición de la Piña

Las investigaciones realizadas en el trópico han mostrado que el Nitrógeno y el potasio son los elementos principales que requiere la planta. Para el crecimiento y desarrollo de este cultivo los elementos minerales en orden son: N, Ca, P, Mg y entre microelementos se señalan al Fe, Cu y Zn.

Síntomas de Deficiencia

Nitrógeno

Clorosis del follaje, generalmente en las hojas viejas. Crecimiento lento y la planta es raquítica. El fruto es pequeño y muy coloreado, no produce bulbillos.

Fósforo

Follaje verde opaco, matizado de azul intenso, el porte es erecto, hojas largas y estrechas.

Potasio

En edad temprana son raquíticas y de un color amarillento, hojas cortas y estrechas, el porte caído. Aparecen puntos descoloridos en el centro del limbo, luego se extiende que al unirse forman bandas laterales. Fruto de tamaño pequeño.

Magnesio

La manifestación de los síntomas aparecen aproximadamente al 7mo. mes. Aparecen manchas de coloración más débil con más intensidad en los bordes.

Fertilización

El momento más adecuado para realizar la fertilización, en el caso del fósforo, es antes de realizar la plantación. En el caso del Nitrógeno, se ha comprobado que la planta durante la fase vegetativa requiere de poca cantidad de este, y

que una ligera deficiencia de dicho elemento durante el periodo vegetativo afecta muy poco o nada la producción.

No obstante a medida que se acerca el momento de la diferenciación floral, ya sea natural o artificial, la planta debe disponer de buenas cantidades de nitrógeno para que no se afecten los rendimientos.

Estas aplicaciones de nitrógeno se deben realizar uno o dos meses antes de la floración.

Métodos de Aplicación

A.- Aplicación al suelo

El fertilizante se puede aplicar directamente al suelo y en las axilas de las hojas bajas de la planta utilizando una cuchara.

En plantaciones comerciales tiene la ventaja de ser fácil porque se pueden utilizar equipos mecanizados.

Entre los años 70 y 80 se muestra la recomendación en el cuadro 4 de las aplicaciones de fertilizante que se hacen en Ticuantepe.

Momento de aplicación	Tipo de Fertilizante.	Lugar de aplicación	Dosis por manzana
2 M.D. siembra	Completo	Suelo	5-8 qq
7 M.D siembra	Sulfato de Amonio	Axilar de hojas infer	2-3 qq
11 M.D. siembra	Sulfato de Amonio	Axilar hojas infer	1-3 qq
14 M.D. siembra	Completo	Hojas inferiores	4-6 qq

Fuente: Aramboro (s/f) INTA Cultivos y Fertilización de la Piña. Folleto.

B.- Aplicación foliar

Se puede aplicar en las axilas de las hojas o en las hojas propiamente dichas; se tiene la ventaja de asimilarse rápidamente para ambos casos. Se aplica por lo general Urea 46 % a razón de 35 libras por manzana diluidas en 400 litros de agua. Esta aplicación se recomienda hacerla en la época seca en Enero y Febrero (MAG/FAO, 1997).

10.3.- Inducción floral

En los países productores de piña es común las aplicaciones de Carburo de Calcio como una forma de planificar la cosecha y de control de la floración. Este control se puede ejecutar, tanto para alargar el ciclo de la planta como para acortarlo, aunque se sabe que se puede hacer florecer la piña en cualquier época del año y en cualquier desarrollo de la planta. Se plantea también que existe una relación directa entre el número de hojas y el tamaño del fruto maduro y se requieren de 20 a 30 hojas para obtener frutos de pesos aceptables.

Métodos de Aplicación

A.- Carburo puro

Este método consiste en depositar granos en las hojas (1 gramo/planta) del centro de la planta (Roseta), el cual con el rocío de la noche reacciona produciendo el gas acetileno.

Se tiene el inconveniente, que se consume mucho carburo y además es necesario mojar con ácido cítrico para que no produzca quemazón en la planta. La aplicación se puede hacer de forma manual.

B.- Carburo combinado con agua y UREA 46 %

Los recipientes utilizados más frecuentemente son los tanques metálicos de 208 litros de capacidad, los cuales se llenan de agua hasta las 2/3 partes (136 litros de agua), se le agregan 360 g. de carburo de calcio, se tapa y se agita; cada planta debe recibir no menos de 50 ml. de agua saturada en acetileno en el interior de la roseta.

Otra recomendación que se establece es poner 150 litros de agua en un barril y agregar 3 kg de UREA (6.5 lbs); por lo general se hace un día antes, posterior se le agregan 354 gramos de carburo de calcio, luego se agita cada 10 minutos, el recipiente se tapa, se aplican 50 (●) por planta.

Las aspersiones de este producto se puede hacer con asperjadoras mecánicas.

C.- Ethrel

Se utiliza otro producto llamado Ethrel, en dosis de 200 cc disueltos en 50 litros de agua. Para esta dosis se requieren de 2 litros de producto por manzana. Uno de los inconvenientes de este producto es lo caro que está en el mercado y para el pequeño productor no es una buena alternativa para inducir la piña. En un experimento desarrollado en Carazo en 1996, se logró determinar que son necesarias 30 a 50 cc por planta en una sola aplicación para provocar una floración uniforme en todas las plantas (Trabajo no publicado).

Precauciones en la Preparación

- No usar recipiente de cobre porque produce explosiones
- No fumar cerca durante la preparación y aplicación; el producto es altamente inflamable.
- Quedar libre 1/3 del tanque para una buena preparación.

Hora de Aplicación

Tiene una gran importancia en cuanto a su efectividad. En un estudio realizado en Cuba se logró determinar que los mejores resultados sobre Cayena Lisa se obtuvieron cuando se aplicó a partir de las 4 Am.; en Nicaragua es común realizarlo en horas muy tempranas del día o en el atardecer.

5.10.4.- Protección de frutos

Esta protección consiste en cubrirlos con hojas secas de chaguíte o el amarre de las hojas superiores de tal forma que permita intersectar los rayos solares y no provocar daños al fruto por golpe de sol principalmente en la época de verano. Esta protección se efectúa 1 ½ mes antes de la cosecha, cuando el fruto está todavía sazón.

5.11.- Cosecha de frutas y Transporte

La época de recolección depende de:

- . Del tipo y peso del retoño empleado para la siembra.
- . Régimen de fertilización
- . Condiciones climatológicas
- . Destino de la producción
- . Plan de inducción floral

La variedad Cayena Lisa no re
temperaturas son altas en período lluvioso, se mantiene verde; esto no permite determinar fácilmente el momento de la recolección.

El fruto empieza a madurar en la base; el grado de madurez requerido para el corte de la fruta depende del destino de la fruta. La Industria requiere de frutas con un grado de madurez más avanzado que el del consumo y de exportación.

Martínez (1981), establece una clasificación de los frutos de acuerdo al grado de madurez que presenten, siendo esta la siguiente: Madurez aparente I (M1) se aplica a frutos hechos, o sea cuando comienza a amarillear en la base. Madurez Aparente II (M2) se aplica a los frutos semi-maduros: cuando la coloración alcanza la mitad del fruto, y Madurez Aparente III (M3) se aplica a los frutos maduros, cuando la coloración amarilla sobrepasa la mitad de estos.

Actualmente se utiliza una clasificación para exportación que es utilizada por el mercado de frutas a nivel mundial (FAO y MAG, 1997). (ver tabla).

La operación de corte se hace de la siguiente manera:

- a.- Se le da un giro al fruto hacia los lados desprendiéndolo de la planta.
- b.- Cuando los frutos son para exportación el corte se hace con cuchillo bien afilado dejándole de 2 a 3 cm del pedúnculo.

Cuadro.32.- Clasificación de los frutos de acuerdo a su madurez.

Clasificación	Madurez	Descripción
CS1	Muy verde	Todos los ojos verdes, no hay amarillos
CS2	Madurando	5 - 20 % de los ojos amarillos.
CS3	Madurando	20 - 40 % de los ojos amarillos
CS4	Madurando	40 - 80 % de los ojos amarillos
CS5	Maduro	90 % de los ojos amarillos, 5 - 20 % son café - rojizos
CS6	Muy maduro	20 - 100 % de los ojos son café - rojizos

los frutos se ponen en cajillas o en espalderas de lona que llevan los cortadores, donde alcanzan unos 10 a 12 frutos. Se debe de evitar golpes o magulladoras al fruto así como no exponerlo al sol después del corte.

5.12.- Características del fruto para exportación

- Se corta el fruto en madurez aparente de I (M1), o en estado verde (CS1).
- El peso aproximado de 1 a 2.2 kg (2.2 a 5 lbs).
- Fruto sano; libre de golpes, rajadura, daños causados por enfermedades e insectos y de golpe de sol.
- Dejar 2 a 3 cm de pedúnculo al fruto.

Para la exportación de fruta fresca al mercado norteamericano se sigue la siguiente clasificación de acuerdo a su peso.

Grado	Peso de fruto (kg)
A	1.5
B	1.1 - 1.5
C	0.8 - 1.1
D	0.5 - 0.8
Baby	menos de 0.5 kg

Se empaca la piña, según la madurez y el tamaño. En las cajas se ponen las frutas del mismo tamaño, obteniéndose un peso por caja de 40 libras (18.2 kg). En la tabla se señala la cantidad de fruta por caja de acuerdo a su peso.

El mercado de los Estados Unidos tiene una preferencia por frutas de peso que oscilen entre 1.3 a 2.6 kilogramos.

Cantidad de fruta por caja	Peso de fruta (kg)
7	2.6
8	2.25
10	1.8
12	1.5
14	1.3

El mercado nacional de piña, no es exigente en cuanto a las características mencionadas anteriormente para la exportación; pero sin embargo se consume fuertemente por su sabor y gusto. Preferiblemente el mercado consume de la variedad Monte lirio. El abastecimiento de este producto a los mercados proviene principalmente

del Municipio de Ticuantepe, cercano a los mercados de Managua, siendo los de mayor demanda. Los picos de mayor producción se dan en los meses de Junio y Julio, lo cual provoca una baja sensible en el valor de la fruta de piña. El resto del año los volúmenes comercializados son bajos y se mantienen estables a un mejor precio (FAO/MAG, 1997).

5.13.- Plagas y enfermedades

5.13.1.- Plagas

Tecla basíides (Broca del fruto).

Provoca cuantiosas pérdidas en la producción. El adulto (hembra) se presenta cuando se inicia la floración en piña y oviposita sobre la flor durante los primeros 60 días de floración, 3 a 5 días posteriores eclosiona y sale una larva de color salmón o rojizo y penetran en los ojos de la inflorescencia. La larva se alimenta durante 13 a 18 días haciendo galerías, que producen deformaciones en el fruto, su presencia es motivo de rechazo en el mercado nacional y externo. El fruto atacado exuda una masa gelatinosa por donde a penetrado la larva y además se acumulan los excrementos de color crema expulsados por la larva al exterior del fruto. Posteriormente cae al suelo y se convierte en pupa. La pupa permanece en el suelo de 7 a 12 días, después sale el adulto.

El control puede hacerse con productos insecticidas como Díazinon 60% ● Carbaryl, aplicados en las primeras etapas de la floración (Castro, 1992). También se puede controlar utilizando NIM 20 a una dosis de 20 gramos por litro de agua; Dipel 8L a dosis de 3 cc por litro de agua. Además se pueden

liberar parasitoides del género *Trichogramma* (Zamorano, s.f). El umbral de acción para esta plaga es de 7 huevos o larvas encontradas en 70 flores.

Cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*)

La cochinilla es de forma ovalada y plana, de color blanco debido a que su cuerpo lo recubre un polvo ceroso y blanquecino. Se alimenta succionando la savia en la base de las plantas y en las raíces provocando la marchitez en las hojas. Este insecto transmite la enfermedad conocida como el 'mal de Wilt'. Generalmente en el campo se encuentran asociadas las hormigas, las que las cuidan y transportan de un sitio a otro, debido a que se alimentan de la miel que la cochinilla produce. Es de difícil control, ya estando contaminado el campo, lo que se hace necesario dirigir el control preventivo.

La cochinilla se puede prevenir, aplicando las siguientes recomendaciones:

Utilización de hijos para la siembra que estén libres de cochinillas.

Eliminación de los residuos de la cosecha anterior.

Hacer un buen control de malezas en el huerto.

Dirigir el ataque a las troneras de las hormigas, aplicando torta de NIM 25.

Hacer rotación de cultivo.

113.2.- Enfermedades

Marchitez de la piña.

Se considera la enfermedad mas extensamente distribuida en la piña y probablemente la mas dañina, particularmente para el grupo Cayene. La diseminación es muy rápida a partir de un punto focal, debido a que la chinche blanca (piojo blanco) es trasladada de una planta enferma a otra sana. Las raíces dejan de crecer, se marchitan y se pudren, lo que provoca el marchitamiento en la planta. Se inicia en la punta de las hojas, desarrollándose un color rojo amarillento (Samson, 1991).

El control debe estar dirigido a eliminar la presencia de las hormigas y la cochinilla.

Podredumbre del cogollo (*Erwinia* sp)

La variedad Cayena Lisa, es susceptible a esta enfermedad causada por la bacteria *Erwinia spp.* Se caracteriza por el doblamiento del cogollo y la pudrición de la base de planta; la pudrición es apesada y su color es café. Las demás hojas se marchitan por el desarrollo de la enfermedad, las cuales se desprenden fácilmente.

Recomendaciones para su control

Seleccionar los suelos bien drenados.

Siembra de hijos sanos y vigorosos.

Realizar las labores mecánicas de control de malezas con cuidado, evitando heridas a la planta.

Rotación de cultivos.

Eliminar los residuos de la cosecha anterior.

Bibliografía

- BARBEAU G. 1990. Frutas tropicales en Nicaragua. Ed. Ciencias Sociales. Nicaragua.
- CABOT C. 1989. Amélioration génétique de l'ananas. III-Selection de nouvelles variétés par la utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue de croisement entre les géniteurs Cayenne et Péroléra. *Fruits*, vol. 44, n. 12.
- CASTRO J, Z. 1992. Principales plagas en piña./Información complementaria del segundo curso sobre el cultivo de piña. EART-MAG, Managua. Nicaragua.
- CASTRO J, Z. 1992. La inducción floral en piña/ Información complementaria del segundo curso sobre el cultivo de piña. EART-MAG, Managua. Nicaragua.
- CASTRO J, Z. 1992. Propagación y manejo de la semilla de piña./ Información complementaria del segundo curso sobre el cultivo de piña. EART-MAG, Managua. Nicaragua.
- CAVARD O, F. 1992. El cultivo de la piña en Colombia./ Fruticultura tropical. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Colombia.
- GUEVARA I. 1992. Los productores agrícolas no tradicionales en Nicaragua: un perfil del productor de piña en Ticuantepe. *Revista de Economía agrícola* No. 5. UNAN. Managua, Nicaragua.
- GUINCHARD D. 1990. Commerce mondial de l'ananas frais et transformé. *Fruit*. Vol. 45 No. 5.
- LEÓN J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. Costa Rica.
- LODH S.B.; PANTASTICO E.B. 1984. Cambios fisicoquímicos durante el crecimiento de órganos de almacenamiento. En: *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. CECSA. México.
- LOISON-CABOT C. Etat des connaissances botaniques, cytogénétiques sur la reproduction de l'ananas. *Fruit*, vol. 44, No. 4.
- MAG/FAO. 1997. Apoyo a las organizaciones de productores de ticuantepe para la comercialización de piña. Programa ITALO-FAO GCP/RLA/115/ITA. Mejoramiento de los servicios agrícolas a los pequeños productores y sus organizaciones. 120 p.
- MUSTAFA M. M. 1989. Effects of phosphorus application on fruit yield quality and leaf nutrient content of Kew pineapple. *Fruits*, vol. 44, No. 5.
- OCHSE J.J. et al. 1986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. 1. Limusa. México.

- ORTIZ G. 1992. Requerimientos de suelos para frutales. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Fruticultura Tropical. Bogotá, Colombia.
- PI, C. y TISSEAU, M.A. 1965. L'ananas, Maisonneuve et Larose.
- PI, C.; LACOEUILHE J. J.; TEISSON, C. 1984. L'ananas. Ed. Maisonneuve y Larose. Paris. Francia
- SAMSON, J.A. 1991. Fruticultura tropical. Limusa. Primera edición. México. 396 p.
- URDINOLA DE LA CRUZ R. 1992. Manejo de malezas en frutales. Fruticultura tropical. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia.
- ZAMORANO. s. f. Manejo integrado de plagas de piña. Proyecto de capacitación en manejo integrado de plagas para pequeños productores en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 17 p.

CAPITULO VI

CULTIVO DE LA PAPAYA

6.1.- Origen, distribución y producción

No se conoce a ciencia cierta el verdadero origen de la papaya. Martínez Quevedo (1983), en su libro FRUTICULTURA habla que el origen mas probable sea CENTROAMERICANO, dado que las primeras versiones existentes acerca del descubrimiento del papayo fue escrita por el naturalista González de Oviedo en 1535 en los cuales se plantea haber encontrado la planta en la región de

Cuadro 33.- Producción mundial de papaya en 1,000 ton. (años 88 - 89 - 92 y 93).

Países	1988	1989	1992	1993
MUNDIAL	4.888	4.398	5.421	5.663
AFRICA	280	276	768	774
Nigeria			500	500
Zaire			210	210
AMERICA	3.109	2.609	2.388	2.411
NORTE	731	737	454	448
México			342	343
Cuba			30	30
USA			33	29
SUR	2.378	1.872	1.934	1.963
Brasil			1.709	1.750
Colombia			74	62
Perú			62	62
Venezuela			35	35
ASIA	1.481	1.494	2.250	2.463
India			1.000	1.200
Indonesia			355	358
OCEANIA	18	18	15	16
Samoa			9	10

Fuente: Romero, 1976.

CENTRO AMÉRICA. FUSAGRI (1984), plantea que es nativa de Centroamérica, posiblemente entre el sur de México y el norte de Nicaragua.

Acerca de la distribución de la planta de papayo, se conoce que fueron los Portugueses y Españoles la llevaron a la India, China y el Archipiélago Malayo.

Barahona (1984), señala que éste frutal es cultivado en pequeña escala en casi todas las regiones tropicales del mundo, donde es apreciado por el sabor

agradable de su fruto y la precocidad de la planta.

A la papaya se le conoce de diversas maneras, en Cuba se le llama Fruta bomba, en la región del Caribe se le conoce como Lechosa.

6.2.- Taxonomía

La papaya pertenece a la familia Caricaceae, del cual se desprenden 2 géneros. El género *Carica*, encontrándose la mayor parte de las especies más importantes; y el género conocido como *Jacaratia*; las especies existentes son de reducido número las que tienen importancia económica.

Martínez Quevedo (1983), habla de la existencia de alrededor de 25 a 50 especies que pertenecen a la familia Caricaceae. La especie más importante de todas es la *Carica papaya*, la cual recibe diferentes nombres, tales como: papaya, lechosa, fruta bomba.

6.3.- Descripción morfológica

El papayo es una planta herbácea que en su madurez alcanza alturas de hasta 10 metros, de tallo cilíndrico que puede alcanzar un diámetro de entre 14 y 26 cm. El tallo es único, recto y cilíndrico en su interior es hueco y está dividido en las partes jóvenes por tabiques transversales, no resiste a vientos fuertes, ni golpes producidos por agentes mecánicos.

La penetración de la raíz es pobre, poco profunda, con una estructura semejante a la del tallo, pero con la corteza de color blanco y provistas de muchas raicillas alimentadoras; y solo en suelo aireado y bien profundos (francos) pueden alcanzar una profundidad considerable. En suelos pesados las raíces son muy superficiales, ésta se bifurca y no es muy resistente a la humedad excesiva en el suelo.

Las hojas son grandes de origen caulinar, es decir insertadas al tallo, palmadas, simples, alternas, lisas, formando una corona compacta en la parte terminal del tallo. Presenta un peciolo tubular largo, de color verde, rojizo o morado según el cultivar. La longitud varía entre los 50 a 100 cm. A medida que la planta crece las hojas viejas se caen y dejan cicatrices.

Las flores son de origen caulinar. Son grandes, blancas, de 5 pétalos y 5 sépalos. Estas han sido objeto de estudio por muchos investigadores, que han logrado

6.4.- Composición y usos

La papaya es un alimento popular para desayunar en las regiones tropicales y recientemente se esta vendiendo en los mercados de países templados. Se consume directamente en tajadas o rodajas, en forma de batidos o como ingredientes en las ensaladas de fruta y en postre. Se hacen jaleas, almíbares, fresco y encurtidos. De frutos verdes se extrae el látex, que contiene una enzima llamada papaina de amplio uso como ablandador de carne, en la clarificación de la cerveza, y otras bebidas, para suavizar la lana, en las curtiembres de pieles, la fabricación de caucho, en la preparación de productos medicinales como remedios digestivos.

La fruta contiene alrededor del 80 al 85 % de agua, 10 a 15 % de azúcares, 0.6 por ciento de proteínas, mucha vitamina A, minerales (Fe y Ca principalmente) y cantidades adecuadas de Vitaminas B₁, B₂ y C, prácticamente no contiene almidón.

6.5.- Requerimientos de clima y suelo

Se produce en la zona comprendida entre las latitudes 30° norte y 30° sur. Prospera mejor en áreas cálidas desde el nivel del mar, hasta los 1,000 metros aproximadamente y con temperaturas entre los 25° y 38° C.

Se establece que la temperatura óptima para el crecimiento de la planta es de 22 °C a 26 °C. La fruta de mejor calidad se desarrolla a plena luz solar en los últimos cuatro o cinco días previos a la maduración completa cuando aún se encuentra en el árbol.

La precipitación anual para el cultivo oscila de 800 a 2,000 mm, sin embargo Terra (1,949), encontró un mejor crecimiento del papayo en Java con mas de 100 mm de lluvia para cada mes. Durante épocas secas prolongadas se requiere de riego complementario, principalmente en las etapas de floración y desarrollo de los frutos.

La humedad relativa cuando es alta favorece las afectaciones de patógenos a la planta principalmente hongos y si es muy baja provoca desecación al transpirar una mayor cantidad de agua. El rango deseable es entre 70 y 80 %.

determinar la presencia flores femeninas, hermafrodita y masculinas, en diversas combinaciones sobre un mismo árbol.

Para el estudio, se han dividido en:

Flor Femenina (Pistilada). Son grandes (5 a 6,5 cm de longitud), solitarias, en las axilas de las hojas, de color blanco crema, tienen un pedúnculo corto, de 5 pétalos libres y unidos en la base, ovario globoso, redondos y el estilo posee 5 estigmas. Los frutos derivados de ellas tienden a ser globosos, lisos, de regular tamaño y en la zona de unión al pedúnculo, presentar una cicatriz en forma de pentágono que corresponde a la inserción de los cinco sépalos.

Flor Hermafrodita (Pentandria). Las plantas presentan flores completas. Se desarrollan en racimos cortos, en número de 5 ó 6, en las axilas de las hojas. El pedúnculo es un poco mas largo que el de las flores femeninas. El ovario es alargado y los pétalos están unidos hasta la mitad basal y separados luego en cinco lóbulos. Los frutos son grandes, carnosos, cilíndricos y con lóbulos. Las semillas de éstos son las que tienen mayores probabilidades de originar plantas productivas con frutos de características deseables. Presentan una cicatriz más o menos circular.

Flor Masculina (Tubular). Las plantas machos presentan un gran número de flores, dispuestas en racimos colgantes que pueden contener miles de flores. La corola es de forma tubular al estar los pétalos unidos. Posee 10 estambres, por lo que pueden fecundar las flores femeninas y hermafroditas. Generalmente no fructifica, aunque ocasionalmente produce frutos sin valor comercial.

El fruto es una baya cuya forma depende del tipo de flor que le da origen, desde casi esféricos o redondeados, a cilíndricos o alargados, y con pesos que oscilan entre 200 gramos y 8 kilogramos. El color de la pulpa es de amarillo a rojizo, según el cultivar. En el centro tienen una cavidad de forma variable de estrellada a redondeada, donde se encuentran las semillas.

Las semillas son ovaladas, de color negro, con un arilo carnososo transparente y gelatinoso, dispuestas en conos. Generalmente sobrepasan el medio millar en los frutos normales (500 y 800 semillas).

Los vientos fuertes suelen ser dañinos porque provocan daños como caída de flores, frutos, hasta la pérdida completa de la planta, por ello en zonas donde se presentan fuertes vientos es aconsejable establecer cortinas rompeviento.

El papayo necesita para su normal crecimiento y desarrollo, suelos de preferencia sueltos, francos, fértil, bien drenado, permeable, de buena aireación, rico en materia orgánica, con un pH que oscile entre 5.5 a 7.5, preferiblemente terrenos planos. No soporta suelos con poco drenaje. Los excesos de humedad en el suelo causan amarillamiento de las hojas jóvenes, la caída prematura de las inferiores y favorece la pudrición de la base del tallo y del sistema radicular.

Se considera a la papaya tolerante a la presencia de sales, sin embargo, excesos provocan daños. Los efectos negativos de la salinidad se deben principalmente a que le dificulta a la planta la absorción de agua, retrasando el crecimiento y disminución de los rendimientos.

1.6.- Variedades

La obtención de variedades de papaya se dificulta por la complejidad genética de este frutal y sus diferentes manifestaciones de sexo.

Maradol Roja

Se caracteriza por tener una pulpa de color rojizo y dulce. Los frutos son globosos, de 20 a 25 cm de longitud y 12 a 19 cm de ancho, con pesos de 1.2 a 2 kg. Tienen poca semillas y son consistentes, resistentes al transporte. La floración comienza a los 3.5 a 4 meses después del trasplante y a una altura de 0.8 a 1 metro del suelo.

Cubana (Gigante de Guantánamo)

Las plantas son vigorosas y logran una altura de 2 metros al término del primer año. El tallo es de color verdoso y los pecíolos y venas pueden presentar color violáceo claro. La floración inicia a los 4 meses después del trasplante. La cosecha se inicia entre los 9 a 11 meses.

Los frutos son de forma globosa u oblonga, de 30 a 35 cm de largo y 20 a 25 cm de ancho, de 3 a 4 kg de peso, pulpa gruesa, consistente, de color anaranjado intenso y sabor dulce, resistente al transporte.

Es ampliamente cultivada por su adaptación a diferentes condiciones climáticas y por los altos rendimientos.

Hawaiana

Las plantas son de porte alto. Fructifican abundantemente frutos esféricos y pequeños de 0.2 a 0.25 kg. La pulpa es de color anaranjado pálido, no muy dulces, de cavidad interna pequeña y con pocas semillas.

Sunrise Solo

Es una planta que produce flores hermafroditas y femeninas, produce frutos de tamaño que varía de pequeño a mediano, de frutos firmes, en forma de pera que pesan alrededor de 400 g, de pulpa roja y el sabor agradable.

6.7.- Propagación de plantas

El papayo se multiplica casi exclusivamente por semilla, la propagación vegetativa es posible, pero es muy cara.

Siempre que se haga una selección de los frutos para la obtención de las semillas, se deben de escoger aquellos frutos redondeados, con cicatriz basal en forma de pentágono, típico de plantas femeninas, o de frutos alargados o cilíndricos, de base pequeña y con cicatriz en forma circular, característica de las plantas hermafroditas.

Para la obtención de semillas, inicialmente se hace un corte longitudinal partiendo el fruto en dos partes, luego se extraen las semillas. Estas se deben de lavar y frotarse en un cedazo, o entre dos telas, o con arena u otro material, para así eliminar el arilo o capa gelatinosa que las recubre.

El siguiente paso, es lavarlas nuevamente hasta que queden limpias, y después se disponen bien esparcidas sobre papel periódico, a la sombra y con libre circulación de aire.

Una vez secas se pueden sembrar o almacenar en un envase seco y bien tapado. De esta forma pueden durar hasta un año, sin perder su poder de germinación.

La tierra que se va a utilizar se recomienda desinfectarla a fin de prevenir el ataque de enfermedades fungosas, el ataque de nemátodos e insectos y el efecto dañino de las malezas. Se pueden utilizar algunos productos tales como Bromuro de metilo, dazomet (Basamid) y Formol (formalina al 40 %).

La formalina (40 %) se aplica en dosis de 0.75 litros disueltos en 2.5 litros de agua para cada metro cúbico de tierra. Después de aplicada la solución se cubre con lona, u otro material con el fin de mantener la humedad del suelo durante 6 días. Luego se retira la cubierta y se remueve la tierra. Al día siguiente se puede utilizar la tierra para el llenado de las bolsas y se siembra

Para la siembra se recomienda el uso de bolsas de polietileno. Para el llenado se utiliza tierra o una mezcla de una parte de tierra, una de arena y una de estiércol bien descompuesta. Las semillas se colocan a una profundidad de 2 cm y en número de 2 a 4 por bolsa.

La germinación ocurre entre 20 y 25 días aproximadamente después de sembradas (FUSAGRI, 1978). El riego debe ser diario.

1.8.- Trasplante

Las plántulas deben ser llevadas al huerto cuando alcancen una altura entre 12 y 20 cm. Esto puede ocurrir en condiciones normales alrededor de los 45 ó 65 días. No debe esperarse a que las plántulas alcancen un tamaño mayor, pues sufren mucho en el envase. También se ha comprobado que cuando las plantas se trasplantan pequeñas, la producción se adelanta en 3 ó 4 meses.

durante el transporte de las plántulas del vivero al campo definitivo, hay que evitar golpes, exceso de sol y de aire, y antes que las plantas salgan del vivero es recomendable que reciban un riego abundante.

19.- Preparación del terreno y sistemas de plantación

Se conoce que éste cultivo prospera muy bien en suelos de buen drenaje, de textura intermedia, donde el sistema radical pueda penetrar y profundizar explorando mayor área de suelo fértil.

Actualmente se están estableciendo poblaciones altas de plantas de papayo, esto con el objeto de darle un mejor aprovechamiento del área cultivada y una mayor producción por unidad de área.

Para el caso de las plantas criollas, por ser de porte alto y vigorosas, se recomienda establecerlas en sistemas de 4 x 4 m y 4 x 3 m., y para las otras variedades con tendencia al enanismo, porque tienen una menor altura en su crecimiento se establecen a 4 x 2 m y 4 x 2 x 2 m. Samson (1991), señala que se pueden utilizar distancias de 3 x 3 m y 2,5 x 2 m, esto en dependencia de la variedad que se decida utilizar para la producción de frutas.

Los hoyos se hacen después de haber realizado el marcado del sitio donde van a quedar las plantas y de acuerdo al sistema de plantación (cuadrícula, tres bolillos) a utilizar y al distanciamiento elegido. El hoyo se hace de 30 cm de profundidad por 30 a 40 cm de diámetro. Se recomienda aplicar de fondo suelo mezclado con materia orgánica (estiércol, compost, gallinaza). No es recomendable el uso de productos químicos ya que es sensible a sufrir intoxicación o quemaduras. Las densidades con los marcos antes señalados oscilan desde 1,000 a 2,000 plantas por una hectárea.

Muchos autores, tales como: Samson (1991), Barahona (1984) y Martínez Quevedo (1983), recomiendan la siembra de dos árbolitos por hoyo y eliminarlas hasta que se inicie su floración con el objeto de seleccionar la planta hermafrodita que va a producir.

Para las condiciones de Nicaragua, es conveniente sembrar al inicio de las primeras lluvias o en caso que se posea riego, establecerlas en cualquier momento del año.

6.10.- Manejo de la plantación

6.10.1.- Manejo del suelo

Se debe poner mucha atención en el periodo inicial de crecimiento del cultivo, lo que implica controlar las malezas. Esto es muy importante por el hecho que las malas hierbas son hospederos de plagas importantes del cultivo como la Mosca blanca, la Mosca de la fruta (*Toxotripa corvicanda*), así como la *Empoasca papayae*, que es considerada como el vector mas efectivo del virus.

Si se quiere establecer intercultivo como método de manejo de malezas debe de sembrarse un cultivo de ciclo corto, que no compita con el cultivo de papaya.

FUSAGRI (1984), recomienda el uso combinado de métodos mecánicos y químicos, para ello hay que considerar factores como el tipo de hierbas existentes, la velocidad de crecimiento, el distanciamiento entre las plantas y la maquinaria disponible por el productor.

El control manual por medio de machete o escardilla debe de tenerse el cuidado de no golpear o herir las plantas; pueden penetrar fácilmente organismos patógenos.

Samson (1991), recomienda el uso de diurón, paraquat o el dalapón, los cuales se deben aplicar entre las hileras y alrededor de las plantas mas viejas. Cerca de las plantas jóvenes, es necesario el deshierbe manual.

Se ha reportado que la mejor dosis de dalapón a partir de investigaciones realizadas en Cuba, han sido de 10 a 13 kg de producto comercial por hectárea, sin que se detectaran síntomas de toxicidad.

Sin embargo, para pequeños productores es mas factible el uso de los métodos manuales con azadón, machete, y/o el empleo de medios mecánicos como el rotovalor haciendo uso de maquinaria.

Cuadro 34.- Productos herbicidas utilizados en el cultivo de papaya.

Herbicida	Nombre técnico	Dosis	Uso de adherente
Gramoxone	Paraquat	0,5 litro en 100 litros de agua.	Si
Roundup *	Glyfosate	0,5 a 1 litro en 100 litros de agua.	-
Karmex *	Diurón	0,5 a 1 litro en 100 litros de agua.	-

* Aplicación dirigida para evitar daños por toxicidad a la planta de papaya.

6.10.2.- Fertilización

La papaya cuyo crecimiento es rápido, continuo desarrollo y producción, puede aprovechar las condiciones climáticas al máximo, solo cuando cuenta con un abastecimiento correcto y constante de nutrientes.

Los macroelementos extraídos en mayor proporción por el cultivo lo constituyen los elementos nitrógeno y potasio, seguidos en orden decreciente por el Calcio, Magnesio, Fósforo y Azufre. El orden de microelementos fue: Cloro, Hierro, Boro, Cobre, Manganeso, Cinc y Molibdeno.

Síntomas de deficiencias

A continuación se describen los síntomas visuales establecidos en el cultivo de papaya:

Nitrógeno

Los primeros síntomas aparecen en las hojas viejas, las cuales se tornan de verde-oscuro a verde-amarillento; que con el progreso de la deficiencia todo el follaje se torna amarillo. La deficiencia afecta el tamaño y la forma de las hojas y el crecimiento de la planta.

Fósforo

El síntoma aparece primero en las hojas mas viejas, mostrando una clorosis moteada a lo largo de las márgenes, seguida de una necrosis. Las márgenes se enrollan hacia arriba. Finalmente, estas hojas se ponen completamente amarillas y se caen. Las hojas nuevas son mas pequeñas y de un color verde oscuro.

Potasio

Los síntomas de este elemento aparecen algo rápido, siendo la primera indicación el ángulo inclinado en que el pedúnculo crece en relación al tallo. Las hojas mas viejas presentan una clorosis en las márgenes con leve necrosis, seguido de un secado desde la punta hacia el centro.

Calcio

Las hojas afectadas por la carencia de este elemento se tornan de un color verde oliva o pálido, con manchas amarillas en el limbo, después completamente amarillas y caen.

Magnesio

La primera evidencia de la deficiencia de este elemento se presenta en las márgenes de las hojas mas viejas como pequeños puntos necróticos, con el tiempo éstas se unen formando grandes áreas de color paja. Sin embargo, el espacio internerval permanece verde.

Azufre

Las plantas cultivadas presentan en sus hojas nuevas una coloración verde clara.

Hierro

Los síntomas aparecen en las hojas jóvenes. Las hojas se tornan de un color amarillo pálido, después amarillo y posteriormente casi blancas. El extremo apical del tallo se torna necrótico.

Boro

Su deficiencia produce una paralización de la elongación del tallo. Las hojas son menores, verde oscuras y deformadas. Este elemento en ausencia afecta marcadamente el crecimiento del tallo y el desarrollo de las raíces.

Evaluación del estado nutricional del huerto

Análisis de suelo

Este método sirve para predecir las cantidades de nutrientes necesarios para suplementar los niveles ya existentes en el suelo.

Las muestras se deben tomar de dos tipos diferentes: una superficial de 0 a 20 cm y una profunda de 20 a 40 cm de profundidad. La toma de muestra se hace recorriendo el campo en Zig-Zag y colectando pequeñas porciones de tierra, también llamadas sub-muestras que van siendo acumuladas en sus recipientes bien limpios hasta completar 15 a 20 puntos o sitios del terreno. Luego de recolectadas las sub-muestras se obtiene una muestra compuesta (2 kg aproximadamente), respetando los niveles de profundidad, las cuales se llevan al laboratorio.

Análisis foliar

Este tiene como fin el de evaluar el estado nutricional de la planta y determinar las necesidades de fertilización.

Para la evaluación del estado nutricional, se considera como planta **normal** aquella que posee en sus tejidos todos los macro y micronutrientes en cantidades y proporciones no limitantes para la producción; siendo la hoja el órgano que mejor refleja esta situación.

Investigadores en Hawaii, emplean el peciolo de la hoja recientemente madura y en cualquier época de la vida de la planta; mientras que, los franceses toman la hoja en cuya axila exista una flor completa y recientemente abierta, en el peciolo son determinados los cationes y el nitrógeno en el lóbulo medio de la hoja.

Práctica de fertilización

Las dosis o el programa que a continuación se sugiere no refleja necesariamente las condiciones objetivas de Nicaragua para el cultivo de papaya, por lo que, se quiere dar, es una idea de un plan a desarrollar en base a los análisis de suelo y foliar.

A continuación plan sugerido en Venezuela:

g/planta			Relación			Observaciones
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	
10	10	15	1	1	1.5	Plantas menores de 6 meses.
40	40	60	1	1	1.5	Plantas entre 6 y 12 meses.
100	100	150	1	1	1.5	Plantas mayores de 1 año fraccionado en 2 porciones.

6.10.3.- Riego

La papaya es muy exigente en agua, debido al rápido crecimiento y continuo desarrollo, por lo que se requiere de un adecuado suministro durante todas las etapas de desarrollo. La deficiencia de agua en períodos prolongados reducen el tamaño de las plantas y favorecen la formación de flores estériles y la caída de las mismas.

La papaya es una planta que presenta dos características especiales:

- a.- Un sistema radical relativamente superficial en comparación con otros frutales y,
- b.- Un rápido y constante desarrollo vegetativo acompañado de fructificación escalonada, por ello es lógico suponer que se deben obtener los mejores resultados cuando se mantiene el huerto bajo humedecimiento uniforme durante todo el cultivo.

La selección del método de riego a emplear, va a depender de las características topográficas, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua y de los recursos económicos que disponga el agricultor.

Gracias a un denso sistema radical, el papayo es bastante resistente a la sequía; sin embargo, la aplicación de riego es necesaria después de dos meses secos. Se sugiere la aplicación de 50 a 75 mm de agua cada tres o cuatro semanas.

El método más usado en papaya son los de gravedad.

Por surcos:

Consiste en aplicar el agua a través de surcos, contruidos a los lados de las hileras de plantas. Cuando las plantas son jóvenes, se puede hacer un surco

único, próximo a la hilera. En huertos adultos, se construyen surcos a ambos lados de la hilera de la planta.

En suelos poco permeables, los surcos pueden tener mas de 200 metros de largo, y en los permeables, es conveniente reducir la longitud a menos de 70 metros.

Por aspersión

En plantaciones ubicadas en suelos muy arenosos o quebrados, donde el riego por gravedad es difícil o la mano de obra es escasa, la aplicación de agua se debe hacer por aspersión. Este sistema de aspersores y tuberías es eficiente cuando la plantación es densa y prácticamente todo el suelo esta ocupado. Este sistema es de alta inversión y requiere de especialistas en su diseño y selección del equipo.

Los aspersores se pueden instalar por encima de la copa de las plantas o a ras del suelo, esta segunda posición es menos afectada por el viento, pero los troncos y el follaje dificultan la distribución uniforme del agua.

6.10.4.- Poda

Esta actividad se realiza con el objeto de mantener entre 25 y 15 hojas por planta, teniendo efectos positivos en los sólidos solubles, tamaño, número y rendimiento de fruta mercadeable. La poda de las hojas se efectúa para mejorar el control de las plagas y enfermedades.

6.11.- Producción y cosecha

La producción puede extenderse por varios años. De forma general se considera que con cuidados culturales apropiados, la planta debe mantener una producción mas o menos 2 años después que se haya cosechado la primera fruta.

Es recomendable desde el punto de vista comercial eliminar la plantación cuando ha alcanzado 3 a 4 años de producción, dado que se produce una disminución paulatina de la producción y una baja calidad de la fruta.

Las plantas comienzan a producir frutos de cosecha entre los 8 y 12 meses después de transplantadas y continúan haciéndolo ininterrumpidamente todo el año, si las condiciones de manejo de la plantación son favorables. El promedio de frutos que generalmente se obtiene en las plantaciones comerciales es de aproximadamente 15 a 20 por planta y los rendimientos se estiman entre 30 a 50 toneladas por hectárea.

El fruto requiere de unos 6 a 7 meses para desarrollarse y éste período depende de las condiciones climáticas y de la competencia con los otros frutos.

El momento de la cosecha de la fruta está relacionado a la distancia que se encuentran los mercados. Los frutos destinados al consumo deben ser cosechados cuando están bien desarrollados para madurar y conseguir buena calidad, frutos cosechados muy verdes tienen un color amarillo-pálido, aunque logren alcanzar su maduración completa.

Los frutos deben ser cosechados cuando ellos comienzan a formar lista o trazos amarillos en su extremidad distal, luego aparecen áreas o franjas amarillas. Obtenidos en este estado alcanzan una calidad de consumo adecuado en 5 a 7 días bajo condiciones ambientales normales (27° C y 70 % H.R.)

Frutos dejados en la planta con más de una tercera parte de su área total de color amarillo, tienen una duración de cáscara muy corta y son muy susceptibles a los ataques de la mosca de la fruta.

6.11.1.- Manejo de los frutos

Un fruto completamente maduro, no sólo es difícil de ser manipulado, sino que está expuesto a los ataques de pájaros, avispas y otros insectos o que se desprenda de la planta y se dañe.

La mudanza de color de la papaya verde para amarillo-anaranjado, se debe a la destrucción de la clorofila del tejido epidérmico y al desarrollo de los carotenoides. Durante este período la tasa de respiración del fruto aumenta rápidamente, alcanzando un máximo en la plena maduración. Hay una pérdida elevada de peso, la pulpa se torna rojiza, suave y dulce. La sacarosa es transformada en azúcares reductores. El látex sub-epidérmico es destruido.

La lechosa tiene una corteza delgada, por lo que se daña fácilmente si no se manipula cuidadosamente. Para ello conviene recogerlas con las manos y cortar el pedúnculo con un cuchillo o tijeras, de manera que no se rompa la zona del fruto inmediata a éste, a fin de evitar que pierdan agua y penetren al mismo, organismos causantes de enfermedades. Cuando las plantas son altas se deben de usar escaleras y en todo caso, evitar que caigan al suelo. El látex de acción caústica que fluye de los pedúnculos en el momento de cortarlos, para evitar lesiones se deben usar guantes y tener cuidado que no caiga en los ojos y en la mucosa bucal.

6.11.2.- Tratamientos a los frutos

Una vez cosechados los frutos, éstos deberán ser sometidos a diversos tratamientos a objeto de evitar su deterioro por ataques de hongos durante su almacenamiento y transporte.

A medida que los frutos maduran, se hacen mas propensos al ataque de enfermedades, entre las mas frecuentes tenemos *Colletotrichum sp*, ***Botryodiplodia sp***, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* y *Rhizopus sp*.

Se puede prevenir del ataque de estos hongos sumergiendo los frutos en agua caliente, a 45 °C por 20 minutos. Temperaturas superiores a 55 °C, aún por un tiempo breve, ocasionan daños en la superficie de los frutos (FUSAGRI, 1984).

Otro método es la inmersión rápida por 30 segundos, en una solución de Benlate, Bavistin o Mertect, en la dosis de 300 mg de I.A. por litro de agua (FUSAGRI, 1984).

6.12.- Empaque y transporte

Lo mas conveniente para este proceso es colocar los frutos en cajas de cartón o madera con la parte basal del fruto hacia abajo.

6.13.- Almacenamiento

La vida post-cosecha de esta fruta es muy corta. Actualmente se puede prolongar el periodo de almacenamiento, de manera que se mantenga su calidad comercial y es mediante la refrigeración.

La fruta cosechada en estado sazón, se almacenan a una temperatura de 12.5 °C y a una humedad ambiente mayor del 80 %; se conservan por un periodo de 3 semanas. En condiciones de aire acondicionado (22 °C y 60 % H.R.) el periodo de duración es de 12 días y almacenadas a medio ambiente (27 °C y 70 % H.R.) dura 7 días.

6.14.- Plagas y enfermedades

6.14.1.- Plagas

Insecto	Daños	Control
<p>Afidos</p> <p><i>Aphis gossypii</i> Glover</p> <p><i>Aphis citricola</i> Van der Goot</p> <p><i>Myzus persicae</i> Sulzer</p>	<p>Chupan la savia de las hojas principalmente las del cogollo. Enroscan y deforman, provocan atraso en el crecimiento de la planta.</p> <p>Transmite enfermedades virosis.</p>	<p>Uso de predadores y parasitos.</p> <p>Aplicaciones selectivos de insecticidas</p>
<p>Mosca de la papaya</p> <p><i>Toxotripa curvicauda</i> Gerst</p>	<p>Perfora los fruto pequeños con el ovopositor curvo para depositar sus huevos.</p> <p>Las larvas se alimentan de la pulpa y de las semillas en formación. Los frutos se tornan amarillos y se caen.</p>	<p>Recoger los frutos pequeños adheridos a la planta o en el suelo, quemarlos o enterrarlos.</p> <p>Aplicación de insecticidas como diazinon (500 g) o Malathion (200 g) o dipterex en 100 litros de agua mas un atrayente y se asperja 1 de 4 plantas cada 8 a 10 días.</p>
<p>Mosca del mediterraneo</p> <p><i>Ceratitis capitata</i></p>	<p>Las hembras ponen los huevos debajo de la corteza del fruto. Las larvas se alimentan de la pulpa, causan pudrición y caída de las frutas.</p>	<p>Aspersiones de Orthene, Dipterex a razón de 1 kg del productor comercial en 200 litros de agua.</p>
<p>Nematodos</p>	<p>Dañan las raíces causándoles deformaciones, debilitamiento y marchitez y predisponen a las plantas al ataque de microorganismos.</p>	<p>Uso de prácticas culturales como rotación de cultivos. Evitar la introducción de nemátodos a zonas no infestadas. Preparar bien el suelo</p> <p>Uso de nemátocidas de contacto o sistémicos.</p>

6.14.2.- Enfermedades

Enfermedad	Sintoma y daño	Control
Virus del mosaico	Moteado en las hojas, con área de color verde oscuro y amarillento o verde claro. Desarrollo lento de la yema terminal. Hojas jóvenes se deforman.	Destrucción de plantas afectadas, aplicar cal viva en los sitios donde estaba la planta enferma. Desinfectar el suelo de viveros, control de los insectos chupadores (Afidos y salta hojas), eliminar malezas.
<u>Bacteriosis</u> <i>Erwinia sp.</i>	Produce una mancha de aspecto aceitoso, generalmente en el punto de unión del peciolo con el tallo. La mancha crece y se profundiza en el tejido con una apariencia parda, seca y rodeada de una zona aceitosa.	Remover las partes afectadas al aparecer el sintoma. Aplicar solución de fungicidas a base de cobre. Eliminar plantas con síntomas avanzados, desinfectar las herramientas.
Marchitez <i>Pythium spp.</i> <i>Rhizoctonia spp.</i> <i>Fusarium</i>	Las plantas pequeñas en el vivero presentan en el pie un hundimiento donde ocurre una pudrición de color oscuro y de consistencia acuosa. La planta muere o se debilita.	Riego adecuados. Suelos sueltos, porosos y bien drenados en viveros. Destruir las plantas enfermas. Desinfectar el suelo. Aplicar fungicidas a base de cobre.
<u>Pudrición del pie</u> <i>Phytophthora sp.</i>	Inicia con pequeñas manchas irregulares de color oscuro en la base del tallo, aumentan de tamaño formando un área acuosa y blanda, y la corteza se raja.	Siembra en suelos drenados. Evitar el encharcamiento en el pie de las plantas. Evitar campos infectados.
Antracnosis <i>Colletotrichum gloesporoides</i>	El hongo penetra por los estomas de las hojas o por heridas en la corteza del fruto cuando comienza a madurar. Se forman manchas acuosas, hundidas, de color marrón con numerosas esporas de color rosado.	Aspersión de fungicidas Mancozep o Zineb a razón de 2 kg de producto comercial en 200 litros de agua. Las aspersiones se deben hacer cada 10 días.

Literatura revisada

- AVILAN, R. (F. LEAL y D. BATISTA. 1989. Manual de fruticultura. Tema IX. Caricacea. Edit. América C.A. Pag. 580 - 656.
- BARAHONA. M. 1984. Fruticultura especial. Fruticultura II. Tema IV. Papaya. Edit. Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica. Pag. 157 - 176.
- FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI). 1978. Semillas de lechosa. Selección y tratamiento. Noticias Agrícolas. Servicio para el Agricultor. Vol VII (14) 4 p.
- FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI). 1984. Lechosa. Serie Petróleo y Agricultura. No. 6. Segunda Edición. 69 p.
- HUERRES. C. y FRANCISCO PORRAS. 1983. Fruticultura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Papaya 16 p.
- MARTÍNEZ J.V. 1983. Fruticultura. Capítulo IV. Edit. Pueblo y educación. Pag. 191 - 216.
- SAMSON J.A. 1991. Fruticultura tropical. Tema 10. Papaya. Edit. Limusa. Pag. 305 - 320.1.
- TERRA G. J.A. 1949. De tuinbouw in Indonesie, sGravenhage.
- UNIVERSITY OF HAWAII. 1974. Papayas in Hawaii. Cooperative Extension Service. Circular 436. 57 p.

CAPITULO VII

CULTIVO DE LA PITAHAYA

7.1.- Origen y ruta de propagación e importancia socioeconómica

La pitahaya es una planta originaria de América Tropical. No se sabe con exactitud su principal centro de origen. Barbeau, (1990) cita que el centro de origen de la mayoría de las Cactaceas se sitúa al sur-oeste de los Estados Unidos y oeste de México y los numerosos géneros y especies de la familia están difundidas en regiones de clima tropical, Subtropical y mediterráneo.

Los conquistadores españoles denominaron "pitahaya" a esta "fruta escamosa". Ellos la dispersaron a todo el continente Americano después que habían visitado México, C.A., Colombia, Venezuela, las Islas Antillas y Bahamas Martínez, (S.F.).

En Nicaragua se comenzó a cultivar pitahaya a escala comercial a inicios de la década de los 70, en el municipio de San Juan de La Concepción, departamento de Masaya. Los primeros pitayeros establecieron sus plantíos con materiales recolectados de las faldas del volcán Masaya a partir de los cuales se seleccionaron los tipos de pitahayas actualmente cultivados en el país. En 1987, habían cultivadas 100 mz. de pitahaya en la IV región pero la bacteriosis causada por *Erwinia caratovora* destruyó el 80% del área sembrada. (Monterrey etc. al., 1994). Alemán (1995), reporta que el área cultivada en producción es de 198 Ha., estimándose una producción de 2 millones de kilogramos anuales, siendo el segundo productor de esta fruta después de Colombia (1,000 ha) y le siguen México con 100 Ha (Rodríguez, 1994).

La Universidad Nacional Agraria (UNA) y el Instituto Nicaraguense de Tecnología agropecuaria (INTA), realizaron el trabajo de recolección de material promisorio de pitahaya (232 colectas) en el país con el fin de disponer de material genético en el Centro Experimental de Campos Azules (Masatepe). En la cual se logró detectar diversidad genética como pitahaya con espina y sin espinas, la gran mayoría de estas recolecciones estaban desarrollándose en condiciones silvestres y pocas cultivadas. (Avelares; Marín; Gómez y Miranda, 1996).

La pitahaya puede exportarse como fruta fresca y en pulpa congelada. Localmente de ella se preparan refrescos y tiene muchas probabilidades de extraerse subproductos si se industrializara su producción. Los principales consumidores de pitahaya del mercado externo son Europa, Japón, Canadá y EE.UU.

7.2.- Usos y composición.

La pitahaya es una fruta apreciada como exótica en mercados extranjeros. Puede prepararse en dulce, jalea, coctel, cerveza, vino, helados, etc. De la pitahaya roja puede extraerse un tinte que puede reemplazar a muchos colorantes sintéticos usados en heladería, industria textil y bizcochería (Martínez, s.f.). Por su alto contenido de Sílice en sus espinas se podría fabricar porcelana para dientes. Del jugo concentrado de los tallos se puede elaborar jabón. La pulpa contiene una sustancia llamada ^{*}captina la cual es tónica para el corazón y actúa también como calmante de los nervios.

Cuadro 35.- Composición de la pitahaya roja

Humedad	84.4%
Extracto etéreo	0.4%
Proteína cruda	1.4%
Carbohidratos	13.2%
Fibra cruda	0.6%
Ac. Ascórbico	8 mg/100 g
Trazas de vitamina A.	

Taxonomía

División	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Sub-clase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Género	Hylocereus
Especie	Undatus

7.3.- Morfología y Fisiología

7.3.1.- Raíz

La pitahaya es una planta epífita, es decir crece adherida a otras plantas vivas o muertas, así como en muros, paredes, piedras etc. La raíz principal no constituye el principal sistema de fijación. Las raíces de plantas desarrolladas pueden alcanzar varios metros de longitud en dirección paralela a la superficie del suelo y a profundidades entre 2 y 8 cm. Es importante su labor asociativa con hongos específicos como los endomicorrizas principalmente en la absorción de fósforo.

7.3.2.- Tallo

El tallo puede emitir raíces adventicias formando contactos indirectos con el suelo. Estas mismas fijan la planta a la corteza de los árboles.

Son del tipo xerofítico, de consistencia suculenta. El tallo es un receptáculo de agua y regulador de la misma en época seca. Se les puede llamar también 'vainas o ramas'

Poseen 20 estomas/mm². En las horas más calientes del día los estomas se cierran perdiendo así menos agua, mientras por la noche se abren.

Crece en forma de segmentos que miden de 1-2 m e interrumpen su crecimiento por condiciones ambientales o accidentales. Los tallos tienen un número variado de aristas (costillas) 3, 4 ó 5. y tienden a ser muy ramificados. Presentan en los bordes de las aristas espinas distribuidas en forma equidistante alrededor de las cuales existen areolas con fieltro. El lugar que ocupan las espinas son los sitios de mayor multiplicación celular similares a los meristemas.

7.3.3.- Espinas

Las espinas son transformaciones foliares que protegen a la planta de la excesiva radiación, además sirve de apoyo en la fijación de la planta al tutor. La disposición de las espinas en las areolas ayuda en la taxonomía sistemática debido a las particularidades de las especies.

Generalmente el desarrollo de las espinas varía en las mismas especies al cambiar las condiciones edafoclimáticas.

Debido a la presencia de espinas el manejo del material vegetativo es muy dificultoso durante la siembra, transplante, manejo, cosecha de la planta.

7.3.4.- Flores

Son muy vistosas, aromáticas. Nacen en la porción superior de la areola normalmente en las de mayor exposición a la luz solar, individuales, actinomorfas, sésiles, hermafroditas, infundibuliforme, epiginas, chasmógamas,

entomófilas y completas. La floración ocurre generalmente al inicio de las primeras lluvias precedida de un periodo seco. Las flores se abren una sola vez, son de hábitos nocturnos. La longitud fluctúa entre 26 cm a 36 cm y un peso promedio de 204 gramos. La flor esta compuesta de cáliz, corola, androceo y gineceo. (González y Guardado, 1998).

Después de polinizada la flor se dobla y se marchita tomando una posición colgante. El estigma es más largo que los estambres. La polinización es cruzada principalmente entomófila, los murciélagos también favorecen la polinización.

La floración se rige por ciclos, presentándose 5 durante el año; las yemas florales tardan aproximadamente 15-16 días en desarrollarse (Barbaeau, 1990), mientras Gonzáles y Guardado en un estudio realizado determinaron un periodo de 21 a 23 días. Después de la fecundación el fruto alcanza la madurez a los 30-35 días (Barbaeau, 1990), en el mismo estudio realizado por Gonzáles y Guardado (1998) determinaron un tiempo de 29 a 30 días. Dado que la floración es por ciclos se observará en el cultivo de la pitahaya la gestación de yemas florales cuando existan frutos en desarrollo o en cosecha.

7.3.5.- Fruto

Es una baya indehiscente de forma ovoide, redonda o alargada. Según la especie pueden ser rojos o amarillos. La envoltura externa del fruto tiene brácteas escamosas. La pulpa es de color rojo o morado de consistencia carnosa y contiene aproximadamente 1,000 semillas por fruto. El largo de los frutos oscila entre 8 a 18 cm y el peso de 200 a 800 gramos.

Las especies de frutos amarillos tienen espinas, la pulpa es de color blanco, tienen menos semillas y peso que los frutos rojos y son más resistentes al manipuleo que éstos.

En Nicaragua, se cultiva la pitahaya roja, pero actualmente se está impulsa la siembra de la pitahaya amarilla en la zona del pacífico (Rivas).

7.3.6.- Semilla

Presentan un alto porcentaje de viabilidad y germinación, son de color café oscuro a negro, su longitud varia de 4 a 6 mm (de frutos rojos). Son dicotileneas con un 2 % de mutación genética.

7.4.- Fisiología

Las cactáceas se caracterizan por su adaptación a lugares áridos y semiáridos debido a que han sufrido una modificación de su anatomía, fisiología y morfología durante su ciclo evolutivo.

Para sobrevivir en suelos áridos los tallos de estas plantas son capaces de almacenar y conservar el agua debido entre otras cosas al desarrollo de parénquimas suculentos, reducción de la superficie transpiratoria y del número de estomas, desaparición de las hojas o su transformación en otras estructuras. Bravo, 1978 citado por (Cruz, 1994).

7.4.1.- Anatomía de los tallos

El tejido externo (epidermis) de los tallos en la mayoría de las cactaceas está compuesto por una sola capa de células recubiertas de cutina. La epidermis tiene tres funciones principales:

- a) retención de agua dentro del cuerpo de la planta.
- b) Protección contra plagas, enfermedades y de la luz intensa.
- c) Controlar el intercambio gaseoso.

La cutina evita la salida del agua de la planta y a la vez no permite su entrada.

Así mismo es poco digerible por los insectos y es un medio propicio para el establecimiento de enfermedades. También influye sobre la reflexión y absorción de la luz solar. Los estomas controlan el intercambio de CO₂ con un mínimo de pérdida de agua.

El tejido interno o Hipodermis está compuesto por el colénquima que funciona como un soporte mecánico debido a que son paredes engrosadas y contienen altas concentraciones de pectina y hemicelulosa; la pectina retiene el agua con la cual llena las paredes y las hace duras pero flexibles por lo cual los tallos pueden expandirse o contraerse al perder agua sin sufrir daños.

La hipodermis presenta los canales subestomáticos como continuación de los estomas y llegan al clorenquima para permitir el intercambio gaseoso.

El clorenquima es la capa de color verde, donde se efectúa la fotosíntesis. La estructura de este tejido permite maximizar la fotosíntesis debido a que los espacios intercelulares y sus paredes delgadas facilitan la difusión del CO₂.

7.4.2.- Fijación del CO₂

La mayoría de las cactáceas utilizan la vía MAC (Metabolismo Acido de las Crusaláceas) de fijación del CO₂ atmosférico.

Las plantas MAC abren sus estomas en la noche para efectuar el intercambio gaseoso y los cierran durante el día. Para fijar el CO₂ utilizan la enzima Fosfoenol Piruvato Carboxilasa (PEP Carboxilasa) la cual se encuentra en el citoplasma de las células, con la subsecuente producción de oxaloacetato. Este producto es convertido a malato durante la noche, momento en el cual no puede ser transformado en productos fotosintéticos, solamente en el día.

El malato obtenido durante la noche se acumula en las vacuolas hasta la mañana siguiente. Durante el día el malato es convertido a azúcares y se regenera la PEP Carboxilasa que nuevamente en la noche iniciara el ciclo de la fotosíntesis.

7.5.- Exigencias edafoclimáticas

La pitahaya se adapta a las siguientes condiciones edafoclimáticas:

El rango de temperaturas para el desarrollo de la pitahaya es de 21-29° C. Las **Precipitaciones oscilan** entre 600 a 1,300 mm con alternancia de estación seca

y húmeda. Se pueden establecer plantaciones en alturas que oscilen entre 200 a 600 m.s.n.m.

La pitahaya prefiere suelos **franco arenosos o pedregosos** con buen drenaje (Barbaeau, 1990). Con un **pH** de 5.5 - 7, siendo mejor su desarrollo de 6-7 (Guzmán, 1994).

7.6.- Variedades principales

En Nicaragua se han seleccionado 5 tipos de pitahaya roja llamadas: **Lisa, Rosa, Orejona, Cebra, y San Ignacio**; las cuales han mantenido sus características morfológicas en los diferentes lugares de la IV región donde han sido probados (Maltez, 1994); en el cuadro 36 se describen cada una de los materiales de pitahaya actualmente utilizados para la producción.

7.7.- Propagación

La pitahaya se propaga asexualmente a través de sus tallos o vainas, las mejores estacas son las más largas, gruesas y pesadas de edad adulta. Las raíces son emitidas entre 25 y 30 días después de sembradas y retoñan aproximadamente a los dos meses (Martínez, s.f.), sin embargo el enraizamiento se puede dar a los 15 días siempre que se tenga un buen sustrato principalmente mezclas con material orgánico (Guido y Munguía, 1996). Las semillas originan plantas de mas lento crecimiento que las estacas. Aproximadamente alcanzan 30 cm de altura en los 8 meses,

Los tallos pueden sembrarse en bolsas de polietileno o directamente en el suelo. Cuando se utilizan plantas enraizadas provenientes de vivero se tiene un mejor control fitosanitario del material que se reproduce, y aumenta el número de plantas prendidas en el campo. Por el contrario la siembra directa de vainas no enraizadas tiene la desventaja de propagar plagas y enfermedades cuando no se hacen desinfección del material, se requiere mayor cantidad de material para la siembra y se tiene menor control del material que se reproduce. (Tellez, 1994).

Tabla 36.- Clones de pitahayas y sus principales características

Tipo	Vainas			Fruta			Productividad	Destino
	Forma	Longitud	Color	Peso	Presencia de bracteas	Resistencia al manipuleo.		
Lisa	Borde de las aristas cóncavo, con espinas en extremos.	90 cm. Largas y delgadas	Verde tierno	450 g.	No posee	-	Buena	pulpa
Orejona	Borde de aristas planas o convexas	90 cm. Largas y delgadas	Verde oscuro	350 g.	Muchas bracteas	Muy frágil	Buena	Fruta fresca consumo local y exportación
Rosa	Aristas Ondulares o aserrados con gruesas espinas negras.	Cortas 75-80 cm.	Verde mate	450 g.	Pocas	Muy Frágil	-	Pulpa y consumo local
Cebra	Las vainas maduras tienen forma de v.	65-70 cm. cortas	Cebreado característico	300- 350 g			Muy Buena	Consumo Local
San Ignacio	Aristas Cóncavas	90 cm largas y angostas	Verde olivo brillante	350 g	Bracteas color rojo anaranjado		buena	

Fuente: Maltez, R. 1994

Características de las plantas madres

1. Que tengan una edad mínima de 2 años y no mayor de 7 años.
2. Que tengan buena nutrición.
3. Fiel al tipo que se desea reproducir.

Estar libre de plagas y enfermedades.

Selección de vainas para la siembra en la planta madre

- a) Longitud del tallo 60-90 cm.
- b) Extraerlas de la parte lateral intermedia o basal de la planta madre.
- c) Que tenga buen desarrollo.

Zúniga (1994) recomienda recolectar el material de siembra después de la cosecha en Diciembre, enero y febrero. No debe hacerse en los meses mas secos para evitar la deshidratación de las plantaciones.

Los esquejes seleccionados se desinfectan en una solución de fungicida y luego se deja cicatrizar el corte durante 24 horas en un lugar sombreado y áireado antes de sembrarlos.

Góngora y Narvaez, (1994) recomiendan para la desinfección del material de siembra, sumergir las vainas en una solución de hipoclorito de sodio al 1% más oxamil al 1% por un periodo de 10 minutos como mínimo. Después debe aplicarse una pasta bordelesa a los extremos del esqueje.

Preparación de la pasta bordelesa

1. Disolver 1 kg. de sulfato de cobre u oxiclورو de cobre en 6 lt. de agua.
2. Preparar en un recipiente aparte, 21 litros. de agua con cal (600 g).
3. Posteriormente mezclar la solución de cal con la de cobre.

Debe esperarse que el tratamiento seque entre 10-12 horas después de aplicado.

7.8.- Manejo de la plantación

7.8.1.- Densidad de siembra

En Nicaragua se manejan las distancias de siembra en base al sistema de producción, si es tradicional o tecnificado. El sistema tradicional establece 1,000 posiciones (4 x 2.5 varas) y el sistema tecnificado 800 (5 x 2.5 varas) para facilitar el manejo mecanizado (Hesen, 1994).

7.8.2.- Plantación

Los sistemas de siembra pueden ser:

Tradicional, utilizando 5 x 2.5 varas entre planta;

Semitradicional de 4 x 2.5 varas y

Tecnificado, 3 x 3 metros entre planta y surco.

Cuadro 37.- Distancias utilizadas en la pitahaya

Distancia entre plantas (Vrs)	No. de plantas por golpe	No. de plantas por mz
4 X 2.5	1	1000
6 X 3.5	2 - 3	476
5 X 2	2 - 3	1000
3.5 X 3.5	1	800
5 X 3	2 - 3	666

Fuente: Téllez N, L. 1994.

Las fechas de siembra son del 15 al 30 de Abril cuando se siembra vainas no enraizadas.

Cuando se dispone de plantas enraizadas, la siembra se realiza entre Mayo a Agosto. El material de siembra se planta alrededor del tutor en hoyos cuyas dimensiones son de 10-12 cm de diámetro y 15 cm de hondo para vainas sin enraizar y de 30 x 40 cm para vainas

enraizadas. (Miranda, 1994).

7.8.3.- Tutores

Por ser la pitahaya una planta epífita requiere de un soporte para adherir sus tallos.

En la práctica se utilizan tutores vivos y Tutores muertos.

Tutores Vivos

Los más utilizados en Nicaragua por los productores son el madero negro (*Glyricidia sepium*) y el helequeme (*Erytrina sp*), aunque también pueden emplearse el jocote (*Spondias purpurea*), el tigüilote (*Cordia sp*) y el jícaro (*Crescentia cujete*). El Centro Experimental de Campos Azules, actualmente desarrolla un trabajo de investigación con otros tutores vivos tales como Chaperno, Chilamate, Jiñocuabo, Madero Blanco, además de los anteriormente mencionados (Miranda y Castillo, 1996); y en los resultados preliminares se

Cuadro 38.- Porcentaje de prendimiento de los principales tutores vivos.

Tutor	%
Madero Negro	90
Helequeme	90
Melina	87
Jocote	86
Madero Blanco	83

muestran en el cuadro 33 el porcentaje de prendimiento (Guido y Castillo, 1996).

Los tutores vivos deben tener las siguientes características: facilidad para el enraizamiento, crecimiento rápido, de corteza suave y esponjosa, y principalmente no sean hospederos de plagas y enfermedades.

Una de las más fuertes desventajas de estos tutores, es que deben podarse durante la época lluviosa con una frecuencia de 2 a 4 veces (Munguía, 1994), siempre para que no sombreen a la pitahaya. Esta labor aumenta los costos de producción.

Tutores muertos

Estos son estructuras de concreto (postes), madera muerta, piedra cantera o cualquier otro material que sirva de soporte a las plantas.

Para aumentar la durabilidad de los soportes de madera pueden emplearse productos químicos (sulfato de cobre, Permanganato de potasio, aceite quemado, alquitrán etc.) que los protejan contra las pudriciones y comejenes.

Dimensiones de los tutores

La longitud es de 1.7 m. entierran 42 cm, el diámetro: para madero negro como tutor vivo es de 2 a 3", el tutor muerto oscila entre 10 y 12" y cuando se utilizan postes de cemento el diámetro debe ser de 4- 6 pulgadas.

7.8.4.- Sistema de tutorío

Existen diferentes sistemas de tutorío cuyo costo y eficacia varian.

Los sistemas utilizado son de características variables y pueden ser individuales, de espaldera sencilla, espaldera doble y de espaldera en T. (Télez, 1994)

a.- Tutor individual (tradicional).

Consisten en colocar un tutor vivo o muerto a las distancias de siembra definida y al pie de él se planta 2 ó 3 vainas de pitahaya. Para el caso de utilizarse material enraizado por su costo se siembra una planta.

b.- Sistema de espaldera sencilla

Es utilizado por productores que han alcanzado un grado de tecnificación superior al productor tradicional.

Se ubican los tutores muertos espaciados a 4 x 3 varas (833 tutores/mz). y luego se colocan de 2 a 3 hilos de alambre liso #8 separados unos 40-50 cm entre cada hilo. Las plantas o vainas se siembran en el espacio entre los postes en la hilera.

c.- Sistema de Espaldera doble

Consiste en poner tutores muertos en forma de V invertida separados el pie entre poste y poste de 2 varas, 4 varas de calle y 4 varas entre golpe y golpe.

Luego se coloca un hilo de alambre liso #8 en la parte superior (vértice) y de 1 a 2 hilos a cada lado de la V invertida. Las plantas son sembradas cada 2 a 2.5 varas a un lado de la espaldera.

d.- Sistema de espaldera en T.

Consiste en poner tutores muertos de 1.5 a 2 m de altura, colocándose un trozo de madera con una longitud de 50 a 60 cm, clavándose en la parte superior del tutor, en cada extremo del trozo (T) se pone una hilada de alambre liso #8 ó 10. La distancia de calle es de 3 m. y 3 m. entre cada T.

7.8.5.- Fertilización

Actualmente no se conocen resultados experimentales sobre el efecto de la fertilización de la pitahaya en Nicaragua. Solamente se disponen de algunas experiencias prácticas de productores los cuales aplican 4 qq de Completo y 4 qq de Urea por manzana y lo distribuyen en dos momentos del año (Munguía, 1994)

Barbeau, (1990) cita que los productores de pitahaya en Nicaragua aplican 3.5 qq/mz de 10-30-10 Y 10 qq/mz de Urea y que la aspersión de abonos foliares antes de las primeras lluvias permite adelantar floración y reducir el derrame de frutos. Así mismo recomienda hacer las aplicaciones de fertilizantes fraccionadas. Una en mayo y otra en agosto.

Guzmán, (1994) reporta algunas

recomendaciones en base a su experiencia personal en la IV región, sobre la fertilización al suelo, pero también recomienda fertilización foliar durante la época seca a razón de 2.6 kg/ha en dos a tres aplicaciones en los meses de enero a marzo. Actualmente se están ejecutando trabajos para determinar los mejores niveles de fertilizantes tanto al suelo como foliar al cultivo de la

Cuadro 39.- Plan de fertilización propuesto para la pitahaya (Guzman, 1994).

Objetivo de la fertilización.	Edad y momento	Fertilizantes	
		Fórmula	Dosis (onzas/planta)
Primer año. Establecimiento de la plantación.	Al siembra	10-30-10 12-24-12	2
	Agosto	10-30-10 12-24-12	4
	Octubre	Urea 46 %	3
Segundo año Mantenimiento y Protección.	Junio.	10-30-10 12-24-12	4
	Agosto.	10-30-10 12-24-12	4
	Octubre.	Urea 46 %	4
Tercer año	Junio.	10-30-10 12-24-12	6
	Agosto	10-30-10 12-24-12	6
	Octubre	Urea 46 %	6

pitahaya. Uno de los trabajos dio como resultado que la cantidad necesaria para producir mas fruta fue de 80 kg/ha de Nitrógeno (López y Guido, 1996).

7.8.6.- Manejo de malezas

El control de malezas puede realizarse con implementos agrícolas, herbicidas, o cultivos asociados. Debe considerarse la superficialidad del sistema radical de la planta para evitar daños mecánicos en las raíces durante el control de las malezas. En los 3 primeros años se pueden intercalar cultivos como el frijol o la piña y después realizar control químico de malezas (Barbeau, 1990). En un estudio realizado por Bolaños y Bolaños (1996), en el Municipio de La Concepción (Masaya) sobre el uso de diferentes tipos de leguminosas se determinó que el Caballero (*Dolichos lablab*), Terciopelo (*Mucuna pruriens*), Canavalia (*Canavalia ensiformis*), logran competir fuertemente con las malezas no dejándolas sobrevivir, así también se tuvieron influencias en el aporte de nutrientes, y la cosecha de frutas.

Es muy importante advertir que tanto el control de malezas, fertilización, poda y otras prácticas culturales de la pitahaya aún no se han investigado y no se disponen de resultados confiables.

7.8.7.- Poda

Se realizan tres tipos de poda: Poda de formación, Poda de sanidad o limpieza y Poda de mantenimiento.

La poda de formación

Puede iniciarse desde el primer año, se hace con el fin de eliminar los tallos o ramas laterales que emiten las plantas antes de alcanzar la cima del tutor y que pueden obstaculizar las labores culturales y la recolección del fruto, también se hace para evitar que se forme una masa de vainas.

Poda de sanidad o limpieza

Se hace con el fin de eliminar tallos afectados por plagas y enfermedades y los que se han secado. El material cortado debe quemarse o enterrarse fuera de la plantación. Los cortes deben efectuarse con tijeras de podar procurando desinfectar las herramientas por cada planta podada.

Poda de mantenimiento

Esta se realiza después de la cosecha, eliminándose las vainas sombreadas y que estén en exceso.

También se realiza poda a los tutores vivos: Esto se hace con el fin de evitar sombra a las plantas de pitahaya, puede realizarse mensualmente durante el periodo lluvioso.

7.9.- Cosecha

La pitahaya produce sus primeros frutos a los 18 meses de plantada. A los dos años se pueden esperar 300 docenas de frutos por hectárea 1,300 docenas a los 3 años, 2,500 docenas a los 4 años y más de 3,000 docenas a los 5 años cuando se considera que la plantación es adulta. (Barbeau, 1990). La época de cosecha dura de junio a noviembre.

Generalmente el corte de los frutos se hace cuando están en estado de 'fruto sazón' o 'pinto' 25 a 30 días después de la floración, la labor se hace manualmente, utilizándose tijeras de podar o cuchillos bien afilados. Se recomienda la desinfección de las herramientas.

Tabla 40.- Niveles de producción en los sistemas tradicionales y tecnificados. (Hesen, J., 1994).

Años	Frutos/planta.		Frutos/mz		Peso promedio por fruta		Toneladas/mz.	
	STRA	STEC.	STRA.	STEC.	STRA.	STEC.	STRA.	STEC.
1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
2	3	6	3000	4800	250	350	0.75	1.68
3	6	18	6000	14400	250	350	1.50	5.04
4	15	35	15000	28000	250	350	3.75	9.80
5	25	50	25000	40000	250	350	6.25	14.00
6	35	65	35000	52000	250	350	8.75	18.20
7	40	65	40000	52000	250	350	10.0	18.20

STRA: Sistema tradicional

STEC: Sistema tecnificado

Los frutos cortados recién maduros aguantan de 5 - 6 días, el fruto maduro que se deja en la planta aguanta 8 días y el que se corta pinto puede durar 7 - 8 días (Barbeau, 1990).

Los rendimientos del cultivo están en función del genotipo, manejo agronómico y condiciones climáticas. Los rendimientos difieren notablemente según sea el sistema de producción adoptado (tabla 35).

7.10.- Plagas y enfermedad

7.10.1.- Plagas

Insecto plaga	Daños	Control
<i>Atta sp</i> y <i>Solenopsis sp.</i> (Zompopos y hormigas negras)	Tallos tiernos, flores, ruptura de cáscara.	Phostoxin 1 - 3 tabletasxx / tronera. Gastoxin.
<i>Cotinis mutabilis.</i> (Chocorron).	Destrucción de Tallos	Malathion 1 lt / mz.
<i>Euphoria limatura.</i> (Chocorroncito)	Tallos y frutos	Decis 250 cc / mz.
<i>Metamasius fabrei striatoforatus.</i> (Picudo negro)	Destrucción de tallos	Filitox 350 cc / mz.
<i>Leptoglozus zonatus.</i> (Chinche pata de hoja)	Tallos y frutos (deformaciones)	Malathion 1 lt / mz.

Tienen importancia por sus daños los pajaros, garrobos y roedores.

7.10.2.- Enfermedades

Enfermedad	Síntomas y daño	Control
<i>Erwinia carotovora.</i> (Bacteriosis o quemazon)	Manchas amarilla en tallos, pudrición acuosa con olor desagradable. Afecta toda la planta dejando solo la parte leñosa.	Desinfección de herramientas, uso de material vegetativo sano, poda de sanidad, buena fertilización, control de los insectos transmisores de la enfermedad.
<i>Dothiorela sp.</i> (Ojo de pescado)	Manchas circulares café sobre los tallos con un punto rojo anaranjado en el centro. Las manchas pueden cubrir toda la superficie del tallo.	Usar fungicidas a base de Cobre Ej. Cupravit 2 kg/mz en 200 lt de agua.
<i>Colletotrichum gloesporoides.</i> (Antracnosis)	Manchas circulares amarillo pálido sobre el tallo con el centro color sarro, produce secado y agrietamiento de vainas, también afecta los frutos.	Realizar podas, destruir tallos afecto, eliminar restos de flores. Control químico a base de cobre.

El uso de las medidas preventivas permiten en gran medida la protección de las plantaciones y la reducción de los costos.

Bibliografía

- ALEMÁN, D. 1995. UPOLI desarrolla proyecto del cultivo de pitahaya. La Tribuna Agropecuaria. La Tribuna. Suplemento No. 38. Managua, Nicaragua.
- AVELARES, J.; MARIN, V.; GOMEZ, O. y GUIDO, A. 1996. Recolección de germoplasma de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rose), efectuada en 13 departamentos de la zona del pacífico y central de Nicaragua. En: Memoria Segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pitahaya. Pág 1 - 7. Managua, Nicaragua.
- BARBEAU, G. 1990. Frutas tropicales en Nicaragua. 1era. Ed. Editorial ciencias sociales. Managua, Pág.: 155-158
- BOLAÑOS, R. 1994. Maduración del fruto y producción de pitahaya. En Memoria del primer encuentro nacional de cultivo de la pitahaya. San. Marcos, Nicaragua. pág.: 111-119
- BOLAÑOS, R.I. y BOLAÑOS, R.J. 1996. Estudio de siete leguminosas de cobertura en asocio con el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rose), como manejo de las malezas y aporte de nutrientes. Tesis. Universidad Nacional Agraria. 80 p.
- CRUZ, P. 1994. Fisiología de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). En: Memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya. Sn. Marcos, Nicaragua. pág.: 14-20
- GÓNGORA G, J. Y NARVÁEZ, G. Manejo fitosanitario de la pitahaya- Enfermedades. En: memoria del primer encuentro Nacional del cultivo de la pitahaya. San. Marcos, Nicaragua. 1994 pág: 99-104
- GONZALEZ, SH. y GUARDADO, R. 1998. Estudio de la biología floral y agentes que polinizan el cultivo de pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*, Britton & J. Rose) Tesis no publicada. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- CASTILLO, G. 1996. Evaluación de diferentes dosis de Nitrógeno foliar en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). En: Memoria. Segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pitahaya. Pág. 16 - 20.
- GUIDO, A. Y CASTILLO, G. 1996. Evaluación de diferentes tutores en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). En: Memoria. Segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pitahaya. Pág. 8 - 11.

- GUIDO. A. y MUNGUIA. R. 1996. Evaluación de diferentes materiales orgánicos como sustratos para el enraizamiento de vainas de pithaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rosse). En: En: Memoria. Segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pithaya. Pág:27 - 34.
- GUZMÁN B, R. Fertilización /poda de la pithaya. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. pág.: 80-85.
- HESEN, J. Aspectos económicos - Financieros de la pithaya. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. pág: 70-79.
- LOPEZ. O. y GUIDO. A. 1996. Evaluación de niveles de Nitrógeno y Fósforo en el cultivo de la Pithaya (*Hylocereus undatus*). En: Memoria. Segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pithaya. Pág. 21 - 26.
- MALTEZ P, R. Caracterización de variedades de la pithaya cultivadas en Nicaragua. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. pág.: 21-32
- MARTÍNEZ P, J.F. Aspectos agronómicos del cultivo de la pithaya. s.f.
- MIRANDA G, A. Establecimiento de una plantación de pithaya. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. pág.: 70-79.
- MONTERREY, M.; CERDA, B.; Y QUINTERO, N. Historia del cultivo de la pithaya. (Hylocereus undatus) en la meseta de los pueblos, Nicaragua. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. pág.:8-20
- MUNGUIA. R. 1994. Diagnóstico agronómico del cultivo de la pithaya (*Hylocereus sp*) en el municipio de la Concepción, Masaya. Nicaragua. 20 p.
- ROMERO G.,S. 1976. Estudio de la pithaya, *Hylocereus undatus*, y de algunas plagas que la afectan. Monografía. UNAN. Managua, Nicaragua. 61 p.
- ROMERO, A. Manejo fitosanitario de la pithaya en Nic. Insectos. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. Sn. Marcos, Nic. pág.: 86-98.
- TÉLLEZ N. L. Diferentes sistema de siembra y tutorio. En: memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pithaya. San. Marcos, Nicaragua. Pág.: 59-69.