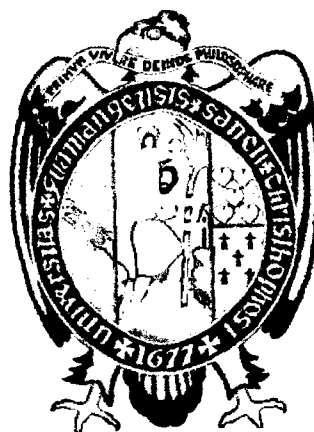


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“PROSPECCION DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE
PAPAYO (*Carica papaya*) EN EL VALLE DE LOS RÍOS
APURÍMAC Y ENE. 2010”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO


Presentado por
EMILIO CALLE SOLIER

Ayacucho – Perú

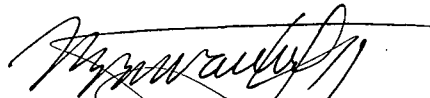
2010

**“PROSPECCIÓN DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PAPAYO
(Carica papaya) EN EL VALLE DE LOS RÍOS APURÍMAC Y ENE, 2010”**

Recomendado : 27 de octubre de 2010
Aprobado : 28 de octubre de 2010



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente del Jurado



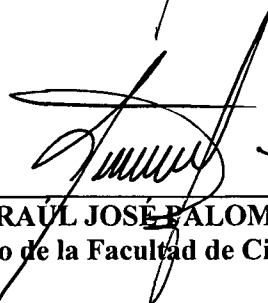
M.Sc. ING. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DEL ÁGUILA
Miembro del Jurado



ING. EFIGENIO QUISPE CURI
Miembro del Jurado



ING. GUILLERMO CARRASCO AQUINO
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con mucho cariño y gratitud para mi querido padre Mariano Calle y a la memoria de mi madre Feliciano Solier, por su gran apoyo moral en la realización de mis estudios y formación profesional.

Para mis hermanos Teodoro, Lidia y Honorato, mis hijos Rosmery Carmen y Oscar, mis sobrinos Walter, Yuri, Percy, Rolando, Jorge, Joel, Maribel, Ever, Teodoro, Nancy y Gladys, por su valioso apoyo y compañía de todo momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de la Educación Superior dentro de nuestra región.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias y en ella a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por brindarme una formación profesional basada en principios de solidaridad, humanidad y de valores, buscando el desarrollo socioeconómico de los más necesitados.
- Al M.Sc Ing. Fernando Nicolás Barrantes Del Águila, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Asesor del presente Trabajo de Investigación, quién me brindó su orientación y comprensión para la culminación del presente trabajo de investigación.
- A todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por impartir sus conocimientos científicos durante mi permanencia en las aulas universitarias.
- A mis compañeros de estudio, Teodoro López Todelano, Fortunato Álvarez Aquise, Juan Girón Molina, Alex Tineo Bermúdez, Víctor Curi León, Rider Gómez Zapata, Aquiles Gómez Agüero, José Quispe Tenorio, Máximo Huamaní Quispe, Marhleri Cerda Gómez, Luz Zanabria Limaco, Rubén Meneses Rojas, Edgar Gómez Limaco y Nazario Quispe Mendoza, por acompañarme durante mi vida estudiantil, inculcándome valores y esfuerzo para una superación constante.
- A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

INDICE

Introducción	1
Revisión de literatura	3
Materiales y métodos	36
Resultados de la prospección	40
1. Alteraciones en la inflorescencia y floración	40
2. Alteraciones fisiológicas en los frutos	41
3. Pudriciones en frutos	41
4. Etiolación de la plantas	47
5. Daños por nematodos	49
6. Pudriciones en raíces y frutos por <i>Phytophthora</i>	51
7. Mancha anillada del papayo	55
8. Sarna del papayo	65
9. Daños por <i>Cercospora</i>	67
10. Necrosis en frutos de pre y pos cosecha por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	68
11. Daños de la oidiosis causada por <i>Oidium caricae</i>	72
12. Probable virus de la melaza del papayo	75
13. Deformación de frutos por deficiencia de boro	76
14. Mapa de distribución de enfermedades	81
15. Sistemas de cultivo favorables para evasión de enfermedades en el papayo	82
16. Discusión y comentarios sobre la prospección fitopatológica	87
• El trabajo de campo	87
• El acceso a los lugares de producción	88
• La participación de los agricultores	89
• El registro de alteraciones patológicas	89
• La diversidad frente a la homogeneidad	90
• Influencia de los diversos programas de cultivo en el VRAE	91
• La situación fitosanitaria actual del papayo	92
• Posibilidades de mejoramiento fitosanitario de la producción del papayo	94
17. Conclusiones y recomendaciones	97
18. Literatura citada	98

INTRODUCCIÓN

El papayo es un frutal de zonas tropicales y subtropicales de la zona andina de suramérica que ha permanecido en los sistemas de producción de muchas culturas locales, incluso en México y Guatemala. Su fruto, la papaya, hoy es considerado el más nutritivo de todos los que se conocen, por su rico contenido de nutrientes y sus propiedades medicinales e industriales. Se conoce por historia, que el movimiento de esta planta a diversas latitudes permitió su exposición a muchos patógenos nuevos que habían sido introducidos a centroamérica y suramérica por los invasores europeos; de igual modo pasó con los insectos que la afectan. Por sus características fitoquímicas tiene cualidades de repelente de varias familias de insectos, pero no tiene oportunidad de protegerse ante microorganismos patógenos que no evolucionaron junto con el papayo. A nivel mundial el papayo ha mostrado ser muy susceptible al virus de la mancha anillada (PRSV-p), enfermedad que no ha sido superada por el mejoramiento genético convencional hasta que se aplicó la transgenia para producir variedades con resistencia definida.

Otras enfermedades que afectan al papayo son producto de adaptaciones al medio andino a partir de microorganismos introducidos de Europa, Asia y África. Diversos autores han documentado ampliamente en todos los continentes, la susceptibilidad del papayo a muchos patógenos de otros cultivos.

En el VRAE se hizo una evaluación preliminar de enfermedades del papayo entre los años 1999 y 2002, cuando se empezaba a masificar intentos de los cultivos alternativos de la coca; en esos momentos las enfermedades actuales no alcanzaban la magnitud de los años recientes, además de que aún no se habían extendido las plantaciones de papayo.

En razón a la necesidad de actualizar el registro de casos patológicos del papayo en el VRAE, motivados además por el incremento de las plantaciones y el aumento del comercio de este frutal por la demanda creciente, se planteó realizar una prospección en algunos distritos con la finalidad de obtener información patológica que permita efectuar, en un plazo breve, acciones orientadas a prevenir o reducir las enfermedades del papayo y mejorar las capacidades de los productores para ofertar frutos de mejor calidad y en volúmenes que satisfagan las inversiones de producción.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1. TAXONOMIA

WIKIPEDIA (2007) informa que el papayo es una planta de origen centroamericano, conocida y empleada en toda América desde hace varios siglos, aunque hoy día se cultiva en muchos países de otros continentes, principalmente, en Asia y África. Antes de la llegada de los europeos, en México se le daba el nombre *chichihualtzapotl*, que en náhuatl significa "zapote nodriza", y era un fruto especialmente relacionado con la fertilidad.

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

<u>Reino:</u>	<u>Plantae</u>
<u>División:</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Clase:</u>	<u>Magnoliopsida</u>
<u>Orden:</u>	<u>Brassicales</u>
<u>Familia:</u>	<u>Caricaceae</u>
<u>Género:</u>	<u>Carica</u>
<u>Especie:</u>	<u>Carica papaya</u>

La planta posee un tronco sin ramas (por lo general solo ramifica si su tronco es herido), de una altura entre 1,8 y 6 m, coronado por follaje en forma palmeada, provisto de largos pecíolos. El mismo conserva aun en los especímenes maduros una textura succulenta y turgente, escasamente leñosa; y presenta numerosas cicatrices características, producto del crecimiento y caídas consecutivas del follaje superior. La savia es de consistencia lechosa (de aquí su nombre de lechosa), y tóxica en estado natural para el ser humano, pudiendo producir irritaciones alérgicas con el contacto con la piel. Esta savia lechosa contiene una enzima muy útil, la papaína, empleada como ablandador de carnes: en las parrillas o barbacoas se emplea el jugo que fluye al cortar la corteza de la lechosa verde para rociarlo sobre la carne a la cual deja sumamente tierna y jugosa.

Las hojas de tipo palmeadas poseen largos pedúnculos y lóbulos, midiendo las hojas hasta 24 cm de diámetro y los tallos alrededor de 61 cm de largo.

Los frutos poseen una textura suave y una forma oblonga, y pueden ser de color verde, amarillo, naranja o rosa. Pudiendo pesar hasta 9 kg, en la mayoría de los casos no suelen pesar más de 500 o 600 g, especialmente en una variedad de cultivo de plantas enanas, muy productivas y destinadas generalmente a la exportación, por su mayor duración después de la cosecha y antes de su consumo. La talla de los frutos disminuye en función de la edad de la planta. Los frutos y las flores se desarrollan en racimos justo debajo de la inserción de los tallos de las hojas palmeadas. No es exigente en cuanto a suelos, pudiendo desarrollarse en cualquier terreno abandonado

o incluso en alguna maceta grande. Es una de las plantas más productivas con relación a su tamaño ya que siempre tiene flores y frutos al mismo tiempo. El desarrollo de los frutos produce la caída de las hojas inferiores, por lo que quedan siempre al descubierto por debajo de las hojas. La especie presenta dioecia naturalmente, pero la selección artificial ha producido especímenes hermafroditas.

El papayo es originario de los bosques de México, Centroamérica y del norte de América del Sur, la planta de la papaya se cultiva en la actualidad en la mayoría de los países de la zona intertropical del orbe. La papaya es conocida como fruta de consumo, tanto en forma directa como en jugos y dulces (elaborados con la fruta verde cocinada con azúcar), y tiene unas magníficas propiedades para facilitar la digestión de alimentos de difícil asimilación, debido a su alto contenido de papaína. De esta enzima llamada papaína se producen más de 1000 toneladas anuales en el mundo entero. La utilidad de dicho producto derivado está en la fabricación de cerveza, cosméticos e industria alimenticia.

2. MORFOLOGIA Y ANATOMIA DEL PAPAYO

El papayo es una planta de naturaleza herbácea de porte variado, alcanzando alturas hasta 8 a 10 m. Es una especie polígama, diferenciando plantas femeninas, masculinas y hermafroditas.

LA PLANTA DE PAPAYO

TALLO

El papayo es una planta que posee un eje central que por lo general no se ramifica. Cuando esta planta inicia su crecimiento, un corte

longitudinal de su eje, muestra la presencia de tabiques a cierta distancia uno de otro. Estos tabiques desaparecen a medida que la planta avanza en edad, mostrando la configuración de un cilindro hueco.

El eje de la planta es relativamente delgado, a excepción de su base que aparece algo más ancho. Las cicatrices que presenta en la superficie del eje de la planta, marca la ubicación que tuvo tanto hojas y frutos que se han desprendido.

En la planta del papayo, cuando por causas diversas, ocurre una atrofia del ápice de crecimiento, surgen ramificaciones laterales. Estas ramificaciones también aparecen en plantas de más edad.

HOJAS

El follaje comprende un conjunto de hojas relativamente grandes, entre 0.3 m a 1.0 m de largo, situados en la parte terminal de la planta.

La hoja es de forma palmeada y está dividida entre 5 a 9 lóbulos cada uno con un nervio central, que a su vez se subdivide en porciones de forma y tamaño muy variables.

La hoja presenta una coloración que varía de verde, rojiza a morada. La hoja así como el fruto, posee canales lactíferos y papaína. La hoja a su vez, contiene cristales de oxalato de calcio.

RAICES

El sistema de raíces del papayo consta de pocas ramificaciones, relativamente gruesas, las mismas que en su extremo distal están provistas de numerosas raicillas.

FLORES

Las flores emergen de las axilas de las hojas. Nacen agrupadas en una inflorescencia cimosa modificada. El tipo de flor depende del sexo de la planta. En una población de papayos se tiene plantas con flores femeninas, masculinas y hermafroditas.

1. *Flor femenina*

La flor femenina es de forma redonda, tiene los pétalos libres y el estigma en forma de abanico. Carece de estambres por lo que requiere de flores masculinas o hermafroditas para fecundarse. Los frutos son redondos, con cavidad interna grande y pulpa delgada. Estas características la hacen muy delicada para el transporte, creando dificultades en el empaquetado, el ofrecer apenas un solo punto de contacto. Los frutos también aparecen de forma obovoides, a la maduración ligeramente alargada.

2. *Flor masculina*

La flor masculina se compone de un tubo largo, el que se abre 2/3 partes de su longitud, formando 5 pétalos, ubicándose a su alrededor 10 estambres. El pistilo es muy delgado, careciendo de estigma. Las flores tienen pedúnculos largos y forman ramilletes. Estos raras vez forman frutos o estos son deformes y carecen de valor comercial.

3. *Flores hermafroditas*

De estas flores se distinguen tres tipos principales;

a) **Flor pentandria**. En esta flor el ovario es redondo con 5 lóbulos o surcos; tiene 5 estambres que se insertan sobre los surcos del ovario. Los frutos que se forman son globosos.

b) **Flor intermedia.** Esta flor es intermedia entre la pentandria y la alargada. Los pétalos de la flor aparecen unidos desde su base hasta un tercio de su longitud.

El numero de estambres varia de 5 a 10, colocados indistintamente en el tubo de la corola. Los filamentos de los estambres se sueldan con la pared del ovario. Los frutos que se forman resultan alargados y deformes.

c) **Flor alargada.** En este tipo de flor los pétalos van unidos hasta más de una tercera parte de su longitud, formando una corola gamopétala con 5 lóbulos. Los 10 estambres se ubican en el cuello del tubo de la corola. De estas flores se forman frutos alargados.

EL FRUTO

El fruto del papayo tiene formas variadas; esféricas, periformes, ovalada, alargada y otras. El fruto consta de 5 carpelos que se unen para formar una cavidad. El fruto con menos de 5 carpelos forma frutos alargados.

El peso del fruto varia desde 0.2 kg hasta 7.0 kg. El color de la pulpa del fruto a su maduración tiene diversas tonalidades desde un amarillo anaranjado pálido, anaranjado rojo hasta rosado oscuro.

La cavidad del fruto varía de redonda hasta achatada. El fruto del papayo contiene un 85 por ciento de agua, 10 por ciento de azucares. Adema tiene fibras y otras sustancias. Posee contenidos apreciables de las vitaminas A y C. Así mismo, contenidos relativamente altos de calcio y otros elementos minerales.

SEMILLA

Los frutos normales contienen hasta 1,000 semillas ovoides, oscuras, recubiertas de una membrana transparente. La superficie de la semilla esta formado por corpúsculos cónicos en filas. El embrión es pequeño y los cotiledones están bien desarrollados.

3. CULTIVO DEL PAPAYO.

El papayo (*Carica papaya*) es un frutal nativo de América Tropical, no habiéndose encontrado en este ámbito formas silvestres de esta especie. En cambio si se han hallado formas primitivas de otras especies de Caricáceas, tanto en la región tropical de Centro de Sud América.

En 1519, Hernán Cortez, conquistador español del Impero Azteca dio cuenta de la presencia de este frutal en territorio de Méjico que ahora corresponden a los Estados de Tabasco y Yucatán.

De este ámbito tropical americano, el papayo fue llevado por los viajeros europeos hacia las Filipinas, India, África, Australia, Hawai y otros lugares con climas favorables para su crecimiento y producción en condiciones naturales. Así, en la Amazonia mucha de su expansión ocurrió después de la llegada de los portugueses al territorio brasileño.

La fácil propagación del papayo por semilla ha hecho posible su rápida diseminación por las áreas tropicales del mundo.

El fruto de esta especie es de alto valor nutritivo y contiene las vitaminas A y C. La papaya también produce una enzima denominada papaína, la cual ha llegado a ser un artículo comercial. Este compuesto actúa como la pepsina en su acción digestiva de ciertos alimentos. También la papaína es muy utilizada para suavizar las carnes y en la industria de la cerveza. En los

últimos tiempos, el principal proveedor de papaína al mercado internacional es la India.

La planta del papayo tiene propiedades medicinales: raíces, tallo, hojas, flores, frutos y semillas, especialmente antiparasitarias.

3.1. VARIEDAD DE PAPAYOS

En los países donde se cultiva el papayo, las variaciones encontradas entre los numerosos tipos son muy amplias.

La mayoría de las denominadas variedades son solo una mezcla de ecotipos.

Los tipos dioicos (poblaciones de papayos femeninos junto a masculinos) muestran comparativamente el mejor comportamiento.

Hasta el presente, todavía no se han obtenido selecciones hermafroditas que satisfagan completamente.

Los métodos actuales de selección de semilla de polinización abierta, en la mayoría de las áreas de cultivo del papayo no conduce a una estabilización varietal. Las plantaciones de papayos se establecen con semillas provenientes de cruzamientos naturales por acción del viento o la intervención de los insectos, sin tener en cuenta los principios básicos de selección.

En otros países, en los cuales, se han efectuado trabajos fitotécnicos en el papayo, se ha logrado estabilizar la forma, peso y tamaño del fruto, adecuándose a la demanda del mercado internacional que requiere frutos entre 220 a 600 g, alto contenido de azúcar y pulpa de color rosado. Estos trabajos recién se han iniciado en el Perú.

“SUNSET”

Es una variedad de papayo hawaiano con buena demanda en el mercado internacional.

El peso de la fruta esta entre el rango de 220 a 600 g, de tamaño y forma regular. El color de la pulpa es rosado.

“CRIOLLO”

Es la denominación a la mezcla de ecotipos que se cultivan en el Perú, cuyas características de planta y fruto es el resultado de la influencia del medio ambiente sobre esta planta.

Las plantaciones se hacen con almácigos de semilla proveniente de cruzamientos naturales con intervención del viento a los insectos, sin tener en cuenta los principios básicos de la selección.

Los frutos a la madurez son de tamaños y pesos variados. Así se tiene papayas desde 1,0 kg hasta 7,0 kg. La pulpa del fruto varia de amarillo, amarillo-anaranjado a rojo, de consistencia firme y bastante resistente al transporte.

Los rendimientos comerciales van de 20 a 40 t por año. Los sólidos varían entre 10 a 11 grados Brix. El sabor del fruto es menos dulce a medida que es mayor su tamaño.

3.2. AMBIENTE DE CULTIVO

El cultivo del papayo se expande en la faja del planeta comprendido entre 32° Latitud Norte y 32° Latitud Sur.

En condiciones de ambiente ecológico favorable, calor y humedad apropiados; así como suelos con buen drenaje y adecuada fertilidad, el

papayo produce frutos, aproximadamente, a partir de los 10 meses de su plantada.

A. CLIMA

▪ TEMPERATURA

La planta de papayo crece y produce satisfactoriamente e un rango de temperatura entre los 22°C y 32°C, sin embargo los mejores resultados se tiene con temperaturas promedio cercanas a los 25°C, con poca oscilación durante el año. Temperaturas promedio por debajo de 18°C limitan de algún modo el desarrollo y producción afectando su calidad con un sabor inferior.

Las temperaturas mínimas por debajo de 10 °C detienen el crecimiento de esta planta. DE ocurrir una baja a 0°C como es el caso del clima en el Estado de Florida, el papayo se defolia y de las flores que se diferencia después devienen en su mayoría en infértiles y los pocos frutos que resultan, quedan muy expuestos a la radiación solar, afectando la apariencia, sabor y con la consiguiente perdida del valor comercial. Estos daños por bajas temperaturas afortunadamente no ocurren en nuestras áreas de producción comercial de papayas.

▪ HUMEDAD

La pluviosidad anula de las áreas en las que se cultiva el papayo esta ebtre 1,800 a 2,000 mm distribuidos con uniformidad durante todo el año. Si la cantidad de lluvia anual esta por debajo de este rango, se hacen necesarios riegos complementarios.

El cultivo del papayo en los valles de la Costa, en años normales, necesariamente están supeditados al riego con sus diversas modalidades.

Las limitaciones de agua durante el crecimiento y etapa de producción de la planta ocasionan atrasos, reduce la formación de flores fértiles, resultan con menor formación de hojas e inferior cantidad de frutos. Por otro lado, una situación de exceso de agua con encharcamiento prolongado facilita la proliferación de hongos causantes de la pudrición de raíces y la consiguiente muerte de la planta.

- **ALTITUD**

El papayo produce comercialmente en nuestras condiciones desde el nivel del mar hasta los 1,600 m.s.n.m.

Las plantaciones en los distintos niveles altitudinales requiere de un trabajo de adaptación de las distintas variedades o tipos de papayos.

- **VIENTOS**

Dada la naturaleza herbácea del papayo con hojas grandes y peciolo largos, las partes aéreas de la planta, se tornan susceptibles a daños por vientos fuertes. Consecuentemente, efectuar las plantaciones con este frutal en áreas protegidas de los vientos o de otro modo establecer cortinas de rompimientos.

- **HUMEDAD RELATIVA**

Una humedad relativa en el rango de 70 y 80 por ciento apropiado para el cultivo, aunque esta condición no se da en el trópico seco del norte y centro de la costa del país.

B. SUELO

Un buen drenaje del suelo es factor principal para el éxito en el cultivo del papayo. El crecimiento de este frutal es lento en terrenos pesados y

cualquier exceso de agua le resulta perjudicial. Los suelos franco arenosos, franco limosos, franco arcillosos son los mas adecuados para el papayo, siempre que tengan drenaje y fertilidad apropiados. En lo posible descartar suelos arcillosos sobre todo si carecen de drenaje interno como externo. El papayo es sensible, tanto al agua como al suelo salino. El uso de camellones para plantar sobre los mismos, favorece un mejor manejo del agua y del drenaje de cualquier exceso del mismo.

4. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL PAPAYO

En condiciones de medio ambiente del trópico, el papayo es un frutal de crecimiento rápido. Las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las adultas declinan en su actividad, se desecan y se desprenden con facilidad. La vida de una hoja dura de 4 a 6 meses.

El papayo al completar su etapa juvenil, que ocurre entre 5 a 6 meses del trasplante a campo definitivo, inicia la diferenciación de flores en forma continua. En esta especie frutal, el tiempo desde la emergencia de la yema floral hasta la maduración de la flor y esta abra (antesis) comprende unos 45 días. El viento, es tal vez, el principal agente de la polinización, dado que los granos de polen son ligeros y abundantes.

Desde la antesis floral hasta que el fruto llega a su maduración transcurre 3 meses. La planta en su etapa de producción aparece con frutos de distintos tamaños según el orden de formación.

La vida productiva del papayo es limitada, en el cultivo comercial, su producción dura un periodo de 4 años. Una poda de renovación permitirá uno a dos años adicionales de producción.

De no haber estado establecido al papayal en terrenos fértiles y de buen drenaje para lograr esta vida productiva, el papayal debe recibir entre otros, una fertilización continua y balanceada, oportuna y adecuada atención sanitaria, manejo apropiado del agua. Así, en este último caso, de ocurrir anomalías en el drenaje de los suelos con agua estancada, con charcos que cubran por más de dos días la superficie de la plantación, ocurrirán daños severos al papayal.

5. ENFERMEDADES DEL PAPAYO

YEH, S.D. y GONSALVES, D. (1993) indican que el virus PRSV tiene dos razas; el tipo P (para papaya) infecta todos los cultivares de papayo y cucurbitáceas (zapallito, zapallo, pepinillo, sandía y cayhua; el tipo W (para sandía) solo infecta cucurbitáceas. Los dos tipos están muy relacionados, excepto por la incapacidad del tipo W para infectar papayo. Los síntomas iniciales son amarillamiento y aclareo de nervaduras en hojas jóvenes, que se continúa con un moteado de hojas, ampolladuras y distorsión foliar. En los peciolo y tallos aparecen estrías de color verde oscuro. En los frutos se observa anillos y machas concéntricas de color verde oscuro; los síntomas persisten en los frutos maduros. Se reduce el vigor de los árboles y se reduce la producción de frutos dependiendo de la edad en que se infecta la planta. También se afecta la calidad y el sabor de los frutos. El virus se dispersa de planta a planta por áfidos en forma no persistente; también lo hace con plantones infectados y plántulas de cucurbitáceas. No se transmite por semillas.

El virus no tiene un amplio rango de hospedantes, sus hospedantes naturales son el papayo y cucurbitáceas. Los áfidos pueden trasladar el virus desde las cucurbitáceas hacia los papayos. Este virus es el principal factor limitante para la producción de papayos en muchos países.

HEREDIA (2007) informa que el INIAP difunde los resultados de las investigaciones realizadas en el manejo del virus de la mancha anillada de la papaya, PRSV-P, que causa infecciones a las plantas de esta fruta y a especies de cucurbitáceas y chenopodiáceas. El virus PRSV-P es capaz de diezmar las plantaciones comerciales de papaya, inclusive, a unidades productivas aisladas. Por esta razón, el área de Fitopatología de la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero”, antigua estación Experimental Boliche, desde el 2003 inició las investigaciones de diagnóstico por transmisión mecánica, biológica, serológica, microscópica electrónica y secuenciación de ADN. En algunas de las técnicas de diagnóstico citadas se tuvo la colaboración del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical Leopoldo Izquieta Pérez y del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Los resultados corroboraron la presencia de este virus en nuestro país. Las investigaciones realizadas se recopilan en una publicación denominada “Epidemiología y manejo del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV-P) en cultivo de papaya en Ecuador”, en la cual se da a conocer los síntomas de la enfermedad, su forma de transmisión, su incidencia, las especies vegetales hospederas y el manejo de áfidos vectores del PRSV-P. La papaya (*Carica papaya* L) es una fruta muy apetecida en la dieta de los ecuatorianos y fuente de ingresos de divisas que

se generan por su exportación. Es susceptible a enfermedades principalmente a las provocadas por este virus.

RIVAS-VALENCIA et al. (2009) determinaron el efecto de la intensidad de epidemias causada por el potyvirus de la mancha anular del papayo en cuatro variedades en Michoacán, México. El diseño experimental fue en parcelas divididas y tuvo un manejo que consistió en el uso de barreras vegetales, eliminación de plantas virosas, aplicación de citrolina y protección física de almácigos. Las tasas y formas de las curvas del progreso epidémico de la enfermedad fueron similares en las cuatro variedades. No existió significancia estadística en los efectos individuales ni entre la interacción de variedades y densidades, con relación al área bajo la curva de progreso de la enfermedad, incidencia final e intensidad de epidemias. Sin embargo, los valores menores promedio en estos parámetros, fueron para las variedades tipo Solo en sus tres densidades de plantación. Red Lady registró los mayores valores promedio en altura (1.88 m) y diámetro de tallo (10.5 cm). La floración más temprana se presentó en Maradol, seguida por Red Lady a los 78 y 83 días después del trasplante, respectivamente. En cada variedad se calculó un modelo para estimar la producción in situ. El rendimiento mayor se obtuvo en general, para las cuatro variedades a una densidad de 2,800 plantas/ha.

HENY (2008) indica que en Colombia se han detectado las siguientes enfermedades y patógenos en el cultivo de papayo :

- Damping off o pudrición del cuello y raíz
- Antracnosis (flor, fruto y hoja)
- Alternaria (hoja, flor y fruto)
- Phitoptora
- Cladosporium
- Rhizopus
- Mycospharella
- Mycoplasma
- Virus del Mosaico
- Virus de la Mancha anular del papayo o VMAP
- Necrosis apical de la papaya o VNAP

DICKMAN (1993) hace referencia a que *Colletotrichum gloeosporioides* es un parásito que afecta un amplio rango de plantas. Esta enfermedad se observa regularmente en frutos maduros y soremaduros en el campo de cultivo. Los primeros síntomas de la antracnosis de la papaya son manchas redondeadas, húmedas sobre los frutos maduros. Areas de color rosado naranja están formadas por masas de conidias que cubren el centro de la lesión y con frecuencia son producidas en anillos concéntricos. En otros casos las lesiones son redondeadas de color marrón rojizo; conforme madura el fruto las lesiones se agrandan rápidamente (por encima de 2 cm) para formar lesiones hundidas húmedas.

Colletotrichum gloeosporioides Penz. es un parasito facultativo que pertenece al Orden Melanconiales. Produce conidias hialinas de una célula, ovoides a ablongas, ligeramente curvadas, de 10-15 μm de longitud y 5-7 μm de ancho. Las masas de conidias tienen color rosado o salmón. Produce

acérvulos subepidermales en los tejidos infectados, típicamente con setas; los conidióforos son simples, cortos y erectos.

Los peciols de las hojas soportan abundante desarrollo de *C. gloeosporioides* y de su fase sexual *Glomerella cingulata*. Inicialmente, el patógeno infecta frutos verdes inmaduros, sin heridas en el campo. Las esporas germinan y forman un apresorio sobre la superficie del fruto mediante el cual el hongo penetra atravesando la cutícula y se mantiene como hifas subcuticulares hasta que el fruto llegue a su estado posclimatérico. En este momento el hongo reinicia su crecimiento y comienza a causar los síntomas de necrosis. De este modo, la antracnosis de la papaya tiene un estado latente en su desarrollo que es similar a muchas otras antracnosis en frutos tropicales.

El patógeno es favorecido por temperaturas y humedades altas. Las esporas necesitan una película de agua sobre los órganos para germinar; las esporas son liberadas de los acérvulos cuando la humedad es alta. Las gotas de lluvia dispersan con facilidad las esporas. La severidad de la enfermedad esta relacionada con el clima y el hongo es relativamente inactivo con tiempo seco. El inóculo primario es diseminado con el viento y las lluvias en el campo de cultivo.

BOLKAN y colaboradores (1976) realizaron una amplia evaluación de pudriciones en frutos de pre y pos cosecha en Brasil diagnosticando 18 especies parásitas y 12 microorganismos saprófitos. Indican que las condiciones de cultivo y del manejo de los frutos después de la cosecha

predisponen a los frutos a infecciones rápidas que causan pérdidas importantes. Sugieren procedimientos de protección a frutos durante y después de las cosechas y condiciones adecuadas de transporte y embalaje para evitar daños en las superficies de los frutos.

PRAMOD y colaboradores (2007) efectuaron evaluaciones de causas que ocasionan pudriciones en frutos comerciales a nivel de mercados. Determinaron hongos parásitos débiles y saprófitos que ingresan por heridas; entre ellos *Penicillium italicum*, *P. expansum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Alternaria alternata*, *Rhizopus*, *Curvularia lunata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani* y *F. culmorum*.

NELSON (2009) ha publicado cerca de 150 fotos digitales de más de 30 plagas y enfermedades del papayo papaya (*Carica papaya*) in Hawaii, que constituyen una buena ayuda para el diagnóstico a nivel de campos de agricultores. Entre los problemas fitopatológicos ha citado los siguientes casos:

1. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)
2. Sarna de la papaya (*Asperisporium caricae*)
3. Cercosporiosis (*Cercospora papayae*)
4. Carpellodia en frutos
5. Mancha chocolate (*Colletotrichum gloeosporioides*)
6. Pudrición negra de la raíz (*Calonectria crotalariae*)
7. Pudrición seca de tallos y raíces (*Mycosphaerella* sp.)
8. Tizón (*Phytophthora palmivora*)
9. Mildiú (*Oidium caricae*)
10. Mancha anular (*Papaya Ringspot Virus*, PRSV)
11. Agallas radiculares (*Meloidogyne* sp.)

12. Pudriciones húmedas

- *Rhizopus stolonifer*
- *Fusarium* sp.
- *Phytophthora palmivora*
- *Guignardia* sp.
- *Phomopsis* sp.
- *Lasiodiplodia theobromae*

13. Pudrición de frutos pos cosecha

- *Botryodiplodia theobromae*
- *Mycosphaerella* sp.
- *Phomopsis* sp.
- *Phoma carica-papayae*
- *Botrytis* sp.

HINE, R. B., HOLTZMANN, O. V. y RAABE, R. D. (1993) informan que una mancha necrótica en hojas, peciolo y frutos de papaya en Samoa (Hawaii) fue diagnosticada inicialmente como *Corynespora* sp.; posteriormente fue identificada como *Asperisporium caricae*, la sarna del papayo. Produce numerosas manchas angulares pequeñas sobre las cuales se forman esporas de fácil reconocimiento utilizando la clave de Ellis para *Dematiáceos Hifomicetes*. Los síntomas fuertes que se producen en las hojas también son de igual magnitud sobre los frutos verdes y maduros. La variedad "Sunrise" es particularmente susceptible a esta enfermedad. www.pestnet.org/.../tabid/2495/Default.aspx.

HOLTZMANN y McSORLEY (1993) indica que las agallas radiculares producidas por nemátodos es una alteración económicamente importante a nivel mundial. En el follaje se observa clorosis moderada a severa y

enanismo de la planta. Algo de marchitez puede observarse durante periodos de mayor transpiración por estrés. Las infecciones radiculares por nemátodos en papaya muestran diversos grados de agallamiento dependiendo del número de nemátodos o huevos en el suelo, de la migración de larvas y de la reinfección en los tejidos adyacentes. Algunas veces, el sistema radicular puede ser reducido debido a infecciones en las partes terminales de la raíz que conducen a al cese del alargamiento. Severa formación de agallas radiculares y enanismo de la planta de papaya debido a ha sido observado en suelos arenosos. El agallamiento puede ser extensivo en plántulas, causándoles la muerte.

El papayo es susceptible a cuatro de las especies más comunes de nemátodos radiculares, especialmente *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood and *M. javanica* (Treub) Chitwood; las especies *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood and *M. hapla* Chitwood son menos frecuentes porque refieren temperaturas más frías y pueden afectar papayas de zonas altas en montañas. La penetración de las raíces por las larvas juveniles ocurre generalmente cerca a los extremos apicales.

Bajo condiciones subtropicales y tropicales, pueden formarse entre 14 y 17 generaciones del nemátodo en un año. Los efectos debilitantes para la planta ocasionados por el nemátodo pueden incluir: 1) competencia por nutrientes y alimentos, 2) un sistema radicular reducido, 3) deterioro en la absorción de de agua y nutrientes debido a distorsión en los haces vasculares, y 4) predisposición a pudriciones radiculares fungosas. Debido a

su pequeño tamaño, los nematodos no pueden trasladarse a mayores distancias que pocas pulgadas durante su periodo de vida. Se dispersan principalmente a través de las labores de cultivo y del agua de riego o con la esorrentía del agua de lluvia.

OOKA (1993) informa que las variedades de papaya son los únicos hospedantes del hongo *Oidium caricae*. Esta es una enfermedad común que generalmente causa poco daño o leves pérdidas en el rendimiento de los árboles cuando las lesiones ocurren en hojas senescentes. Sin embargo, la oidiosis puede dañar severamente plantas jóvenes en ambientes con lluvias y temperaturas moderadas. El hongo forma un micelio superficial blanquecino; las áreas infectadas tienen color verde claro y se ponen cloróticas; el hongo invade tallos, pedicelo de flores, hojas y frutos. Aunque todas las hojas pueden ser consideradas susceptibles, la infección está confinada ampliamente a hojas adultas maduras próximas a la senescencia. Las plántulas son especialmente susceptibles a la oidiosis y pueden ser afectadas seriamente. La defoliación y las lesiones en tallos y frutos de plantas jóvenes puede conducir a regulares pérdidas en el rendimiento. El hongo *Oidium caricae* no tiene estado saprofito, ni se conoce su estado sexual; crece y se reproduce solo en plantas vivas de papayo. El desarrollo de la enfermedad se incrementa con bajos niveles de iluminación, alta humedad, temperaturas moderadas (18 – 32°C) y lluvias entre 1500 y 2500 mm por año.

KO (1993) informa que *Phytophthora palmivora* infecta muchas

plantas hospedantes. En papaya se reporta equivocadamente al patógeno como *P. parasitica*, pero ahora se conoce que es de la otra especie y es uno de los patógenos más importantes en el cultivo de papaya. Causa pudriciones en frutos, tallos y raíces. Fuertes pérdidas de frutos ocurren frecuentemente durante los periodos lluviosos. Las lluvias también causan declinamiento severo y muerte de árboles de papaya debido a pudrición radicular en suelos con drenaje pobre.

Los frutos jóvenes infectados muestran lesiones húmedas que exudan látex lechoso. Con frecuencia la enfermedad se desarrolla y ocasiona que los frutos se momifiquen y caigan al suelo. Cuando los frutos maduros del árbol están infectados, las lesiones se cubren con un micelio blanquecino y masas de esporangios. La porción apical de los frutos es muy susceptible a la infección durante los periodos lluviosos. El chancro del tallo en la región de los frutos ocasiona que muchos frutos jóvenes se desprendan prematuramente y el árbol se vuelva susceptible al daño por el viento. Las partes más viejas del tallo también son infectadas después de un largo periodo de lluvias; las áreas infectadas del tallo pueden alargarse debilitando al tallo y causando que la planta se tumbe por el viento.

En áreas con drenaje pobre, *P. palmivora* infecta las raíces laterales de la papaya; posteriormente la infección se extiende a todo el sistema radicular, tomando color marrón, se suaviza y comienza la pudrición. Luego el árbol se enaniza, las hojas se ponen amarillentas; eventualmente el árbol infectado muere. Las raíces de la papaya son especialmente susceptibles a

P. palmivora en los tres primeros meses después de la siembra de las semillas. Durante este periodo, la infección radicular ocasiona amarillamiento de las hojas, se produce defoliación prematura y se produce muerte de plántulas. Ocasionalmente, el hongo destruye solo una parte de la raíz antes de que las plantas se vuelvan algo resistentes conforme envejecen. Bajo condiciones secas, la enfermedad puede dejar de desarrollarse y la planta reinicia su crecimiento normal.

Aunque los esporangios y oosporas que produce *P. palmivora* pueden vivir en el suelo durante cortos periodos, las clamidosporas son las principales estructuras de supervivencia en la naturaleza. Las oosporas son capaces de sobrevivir por largos periodos de tiempo pero no tienen un rol importante en el ciclo de la enfermedad debido a que la reproducción sexual de *P. palmivora* requiere la presencia de otros tipos de apareamiento que son muy escasos en condiciones naturales.

Durante los periodos lluviosos, las clamidosporas pueden germinar en el suelo para producir esporangios y liberar zoosporas. El impacto de las gotas de lluvia puede elevar zoosporas al aire dentro de gotas más pequeñas. Las gotitas que contienen zoosporas pueden dispersarse posteriormente con el viento convirtiéndose en inóculo que infectará a los frutos y ocasionalmente a los tallos de papaya en el campo. El patógeno produce abundantes esporangios en la superficie de los frutos infectados, que son posteriormente dispersados con el viento y lluvia. Las clamidosporas formadas en los frutos caídos sobreviven el suelo y sirven

como principal fuente de inóculo para la subsecuente infección radicular de las plántulas.

Las pudriciones radiculares en plántulas de papaya por *Phytophthora* son mas serias durante los periodos lluviosos, pero puede ocurrir a cualquier edad en suelos con drenaje pobre debido a que los mecanismos de defensa contra la invasión radicular se debilitan. La movilidad de las zoosporas de *P. palmivora* bajo condiciones de alta humedad contribuye a la severidad de la enfermedad debido a su atracción por las raíces del papaya.

Phytophthora palmivora tiene un óptimo de temperatura para germinación de esporangios a 30°C, un máximo de 36°C y un mínimo de 12°C. El patógeno produce la mayoría de sus esporangios a 25°C, pero no a temperaturas altas como 35°C o bajas como 15°C. La lluvia y el viento son los dos principales factores en la epifitología de la pudrición de frutos de papaya. Las gotas de lluvia son necesarias para la liberación de esporangios de *P. palmivora* desde la superficie de frutos infectados hacia la atmósfera y para la proyección del inóculo del suelo hacia el aire. El viento es necesario para la dispersión del inóculo una vez que ha alcanzado el aire. Por ello, las corrientes de aire con lluvia son esenciales para la iniciación de las infecciones primarias y el desarrollo de las epifitias en cultivos de papaya.

HUNTER y BUDDENHAGEN (1972) evaluaron la incidencia, algunos aspectos epidemiológicos y el control de enfermedades que afectan al fruto del papayo en Hawaii, dando a conocer que la incidencia fue alta para pudrición radicular por *P. palmivora* (38%), la mancha anular del papayo

(56%, PRSV), la sarna del papayo (*Asperisporium caricae*, 23%) y la oidiosis por *Oidium caricae* (18%). Consideran que las temperaturas y humedades altas fueron los principales factores de la mayor incidencia, así como la alta presencia de áfidos alados en los campos de cultivo y la presencia de inóculo en las zonas de cultivo. Sugirieron controles químicos al suelo, trampas amarillas para áfidos y uso de plantas resistentes.

Al referirse al virus de la mancha anular del papaya (PRSV), PURCIFULL y colaboradores (1993) indica que el rango de hospedantes de este virus está limitado a las plantas de las familias *Caricaceae*, *Cucurbitaceae*, and *Chenopodiaceae*. Esta enfermedad es una de las más destructivas en el cultivo de papayo que ocurre en todas las regiones donde se cultiva esta especie.

Los síntomas inducidos por diferentes aislamientos de PRSV-P pueden variar en intensidad, pero con frecuencia se presentan anillos de color verde oscuro ligeramente húmedos. El número de anillos en los frutos puede ser variable, los que se vuelven menos visible conforme madura el fruto y se vuelve amarillo.

Otros síntomas notorios son el mosaico amarillo intenso de la lámina foliar y numerosas estrías aceitosas en los peciolo. El follaje se vuelve pequeño conforme progresa la enfermedad debido al desarrollo de hojas pequeñas y enanismo de la planta. El rendimiento de frutos y los niveles de grados brix son marcadamente bajos en comparación a los de plantas sanas. Los síntomas en hojas y frutos son más intensos durante la estación

fría. Con frecuencia las hojas expresan una reducción extrema de la lámina foliar.

Son susceptibles los árboles de papaya de todas las edades y generalmente muestran síntomas a los dos o tres meses de la inoculación. Los árboles infectados a temprana edad nunca producen frutos, pero raramente mueren a causa de la enfermedad. Existen razas que causan marchitez y otras que ocasionan muerte de árboles jóvenes.

El virus PRSV puede ser rápidamente diseminado por varias especies de áfidos de manera no persistente. Aunque muchas cucurbitáceas son susceptible al tipo PRSV-P, no son hospedantes alternativos importantes. Por el contrario, la raza dominante en cucurbitáceas es PRSV-W. Por ello, la dispersión del virus PRSV-P dentro de un campo de cultivo es de papaya a papaya. No existe evidencias de que PRSV pueda ser transmitido por semillas de papayos o cucurbitáceas infectados.

El desarrollo de la enfermedad en campos de cultivo sigue el patrón general de virus que se dispersan mediante áfidos en forma no persistente. La cantidad de infección primaria se incrementa conforme disminuye la distancia a los árboles de papaya infectados. La infección secundaria se disemina rápidamente, de modo que un huerto puede quedar totalmente infectado en tres o cuatro meses. Esta situación ocurre en chacras localizadas cerca a plantas infectadas y durante los periodos cuando las poblaciones de de áfidos alados es alta.

NISHIJIMA (1993) explica que la aparición de la carpelodia en frutos puede variar entre aquellos que se asemejan a frutos femeninos a aquellos con deformación severa con estrías abultadas longitudinales. Los frutos carpelódicos generalmente son más redondeados que típicamente piriformes y no son comerciables. La carpelodia es específica de la papaya. Esta deformación resulta cuando los estambres se desarrollan anormalmente como estructuras semejantes a carpelos carnosos.

La expresión sexual de los árboles hermafroditas de papaya es variable y está influenciada por factores ambientales. El desarrollo de frutos carpelódicos es favorecido por temperaturas nocturnas bajas en combinación con alta humedad y determinados niveles de nitrógeno en el suelo. La carpelodia es un rasgo hereditario que puede evitarse mediante cuidadosa selección de la semilla. No tiene control químico, pero puede lograrse reducción mediante mejoramiento genético.

En el INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN FUNDAMENTAL DE TATA en la India (2005) aislaron 12 hongos patógenos de frutos de papaya, pertenecientes a 10 géneros. Se registró un índice promedio de 7.18 para varias enfermedades de poscosecha. Los principales patógenos fueron *Rhizopus stolonifer*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Botryodiplodia theobromae*. Para las pérdidas de poscosecha también fueron responsables *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Alternaria alternata*. La máxima incidencia de enfermedades fue observada durante los meses de octubre y noviembre. Se reportó por primera vez la asociación de *Sclerotium rolfsii* con pudrición poscosecha de frutos.

www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:...

BARRANTES DEL A. (2005) efectuó un estudio amplio de las enfermedades en los principales cultivos del valle de los ríos Ene y Apurímac, en el que se incluía café, cacao, plátano, papayo, piña, palmito, coca, maní, maíz, frijol, cítricos, coco y yuca. En el papayo se registró una alta incidencia (87%) del virus de la mancha anillada (PRSV-p) que abarcó todas las zonas bajas (450 – 650 msnm); en zonas altas la incidencia fue menor (26%) y solo en algunas localidades. Otras enfermedades frecuentes fueron la antracnosis del fruto (*Colletotrichum gloesporioides*), la oidiosis (*Oidium caricae*) y la sarna (*Asperisporium caricae*).

6. PROSPECCIÓN DE ENFERMEDADES, OBTENCION DE MUESTRAS ENFERMAS Y DIAGNOSTICO.

Según AGRIOS (1998) y FRENCH (1985) el trabajo de prospección de enfermedades es el primer paso para iniciar estudios de la presencia de alteraciones en los cultivos; se sustenta en información general de las condiciones de cultivo, las características de los ambientes de cultivo y la tecnología de producción utilizada. La prospección es una indagación, el conocimiento inicial del estado fitosanitario de una zona o de un cultivo en particular, la evaluación no detallada de los casos patológicos, un estudio preliminar o previo que permitirá tomar decisiones futuras para estudios detallados, minuciosos de los casos más significativos para los cultivos con la finalidad de orientar la administración de la fitosanidad en la zona analizada.

BARRANTES (2005) considera que un trabajo de prospección fitopatológica es un procedimiento de conocimiento o reconocimiento del estado fitosanitario de un cultivo o de un lugar con fines de iniciar procesos de control o administración de enfermedades o plagas. Cuando ha sido realizado de manera conveniente y previa planificación del trabajo, contribuye de manera efectiva con información inicial que es base para el trabajo posterior, sea de nuevas investigaciones o aplicaciones de medidas preventivas. Las prospecciones frecuentes (anuales o cada seis meses) son necesarias para mantener la información actualizada y vigilar constantemente la sanidad de los cultivos.

DHINGRA y SINCLAIR (2003) han publicado el libro "Métodos básicos de patología vegetal" que constituye una recopilación mundial de métodos, procedimientos y técnicas para el trabajo de investigación, diagnóstico y enseñanza de las enfermedades de plantas. Es uno de los libros de gran calidad científica que facilita, en gran medida, el trabajo a nivel de laboratorio y de campo. Ofrece una lista extensa de medios de cultivo para microorganismos, procedimientos para el aislamiento y estudio de patógenos de plantas. Es la información de mayor ayuda para el fitopatólogo y que en nuestra investigación facilitará el aislamiento y la identificación de patógenos que se asocien a las muestras que serán evaluadas pictóricamente.

ESKER, SCHMALE, KANAAN-ATALLAH y BULLUCK, (2004) han publicado un ensayo importante donde dan a conocer que las tareas del fitopatólogo no son únicamente una rutina de técnicas y procedimientos que se aplican

rígidamente, sino más bien resultan de la creatividad tal vez innata del profesional preparado y motivado sinérgicamente para lograr sus objetivos. El diagnóstico de patógenos no es una tarea sencilla y resulta complicada cuando la motivación no está presente en el investigador; casi siempre el fitopatólogo tiene que convertirse en un creador de ideas originales, de técnicas nuevas para obtener sus resultados; se convierte así en un artista del análisis fitopatológico; de igual manera como cuando se tienen que plantear proposiciones de administración de enfermedades. Casi siempre, los mejores resultados se han logrado por creatividad del investigador, del laboratorista, quienes se ingenian en el momento oportuno y obtienen información inédita de gran valor para la ciencia y la tecnología. De este modo se ha logrado un gran avance técnico y científico en la fitopatología mundial.

PSCHEIDT (2007) ofrece bases teóricas y tecnología de laboratorio para realizar el diagnóstico de enfermedades de manera semejante a DHINGRA y SINCLAIR (2003); expone procedimientos que hacen uso de las tecnologías moleculares y otros procedimientos comunes de diagnóstico integrando los métodos; aún cuando estos procedimientos no son prácticos para fines de establecer referencias pictóricas, una parte del texto contribuye indicando las necesidades de la muestra, de la claridad de los síntomas y del procedimiento más eficaz para determinar los patógenos.

En otra parte hace referencia a la necesidad de que los informes de diagnóstico sean elementos claros para la toma de decisiones de control; esto significa que debe apoyarse en la información pictórica e incluir algunas

descripciones de sintomatología, puesto que la determinación del patógeno es fundamental y tal vez la meta de mayor importancia; pero sugiera que la base de datos para un cultivo o región de continuar incrementándose con información integral del problema fitosanitario.

SHUTTLEFF y AVERRE (1997) contribuyen al diagnóstico de enfermedades no infecciosas mediante formularios de descripción de síntomas ocasionados por factores abióticos a nivel de campo, donde se incluyen numerosas fotografías de daños por bajas y altas temperaturas, excesos de humedad en el suelo, deficiencias de agua atmosférica y edafológica, deficiencias de nutrientes, toxicidad por pesticidas y productos industriales, contaminación atmosférica y de corrientes de agua para riego, casos de salinidad, alcalinidad y acidez de suelos. Constituye una de las mejores guías para el estudio de campo de síntomas no ocasionados por microorganismos.

WALLER et al. (1998) han publicado un manual para el diagnóstico clínico de enfermedades de plantas, que incluye procedimientos aprobados que han sido descubiertos y propuestos por diversos autores a nivel mundial; es una recopilación de técnicas de diagnóstico y determinación de especies mediante claves de morfología, técnicas moleculares, procedimientos de aislamiento y cultivo de microorganismos diversos que incluyen virus, fitoplasmas, viroides, bacterias, hongos, nemátodos y protozoarios. Este manual aporta con información precisa para casos de aislamiento de patógenos de suelo entre los que se hallan los hongos oomicetos y deuteromicetos, que son los causantes de muerte de plántulas en semilleros

y campos establecidos.

Según DEACON (2005) el mundo de los microorganismos es el más diverso y amplio en el planeta, tal vez el más complejo y variable en términos de géneros, especies y razas, que llega a superar en gran medida el valor de la población humana y de animales juntos. En razón a ello, la multiplicidad de actividades que realizan es tan grande y diversa que son capaces de provocar las más sorprendentes y complejas expresiones biológicas en todos los ambientes donde coexisten. Esta publicación nos propone y sugiere a la vez, considerar la complejidad de este enorme grupo de organismos microscópicos cuando se tenga que definir y determinar por diversos medios de diagnóstico la identidad de alguno de ellos, sobre todo cuando están asociados a enfermedades. En el caso de plantas, los síntomas y alteraciones que ocasionan resultan bastante expresivos y casi siempre facilitan el diagnóstico, al mismo tiempo que su capacidad y forma de reproducción hacen posible su aislamiento y reconocimiento inicial a partir de muestras de plantas enfermas.

En una reciente investigación, BARRANTES DEL A. (2005) ha elaborado un informe de investigación sobre enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales del Valle del Río Apurímac y Ene, donde indica otra recopilación de alteraciones importantes de cultivos de cacao, plátano, coca, cítricos, mango, palto, papayo y yuca. En este trabajo se incluyen fotografías de síntomas específicos y descripciones de síntomas, acompañados de algunas microfotografías de estructuras fungosas de patógenos asociados a los síntomas.

La descripción ordenada de síntomas y el registro pictórico de las enfermedades tienen un valor importante como material didáctico y de planificación de las actividades fitosanitarias para los cultivos del VRAE, tal como plantean los objetivos de este tipo de investigaciones cuando se registran en forma sistemática las enfermedades de las plantas cultivadas. Constituye un aporte más de registros pictóricos de enfermedades para el VRAE como un aporte básico para el trabajo productivo en condiciones de trópico.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

7. DISEÑO METODOLÓGICO.

a) Lugar de desarrollo de la investigación.

El estudio de prospección de enfermedades del papayo se desarrolló en chacras de agricultores de cinco distritos de mayor significado por la superficie de cultivo y en parcelas de producción para mercado.

b) MATERIALES Y EQUIPOS.

b.1. Recursos necesarios.

- **Materiales de campo:** tijera de podar, cuchillo, bolsas de plástico, lupa, máquina fotográfica digital o mecánica, lápiz, libreta de notas, cámara fotográfica.
- **Materiales de laboratorio :** vasos de precipitado, matraces, estufa, refrigeradora, autoclave, placas de Petri, medios de cultivo, agua destilada, hipoclorito de sodio, alcohol 96%, mechero, plumones de tinta indeleble, microscopio y esteroscopio.
- **Materiales de escritorio:** papel bond 60 y 80 gr., bulky oficio, computadora e impresora.

c) PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO.

- **Ubicación de zonas, chacras y parcelas de cultivo de papayo.**

Las zonas de muestreo y observación de sintomatología se determinaron sobre la base de información de las Agencias Agrarias del VRAE; las chacras se ubicaron en una carta geográfica.

- **Selección de plantas enfermas en dos sistemas de cultivo.**

Sobre la base de experiencias previas, se considera que es probable que en algunas plantaciones mejor conducidas, las enfermedades sean escasas en comparación a cultivos que no reciben atenciones de prevención. Se efectuó un muestreo selectivo en razón a que la prospección solo necesita conocer la existencia de enfermedades y el grado de su presencia en los cultivos.

- **Registro fotográfico de la sintomatología.**

La prospección considera no solo el hallazgo de las enfermedades y su registro descriptivo, sino además su registro fotográfico y la determinación de los patógenos presentes en la sintomatología. Se procedió a tomar fotografías digitales en todas las zonas de observación donde se cultiva papayo en monocultivo y en chacras asociadas con otras especies.

- **Evaluación de características de cultivo o comportamiento de los cultivares de papayo en relación a las enfermedades.**

Se ha registrado información sobre algunas cualidades de las relaciones asociativas entre en papayo y otras especies cultivadas y

las expresiones de tolerancia o resistencia de los cultivares locales de papayo ante algunas enfermedades.

e) FACTORES Y CRITERIOS DE EVALUACION.

- **Sistemas de cultivo de papayo:** Las chacras de autoconsumo en mezclas con otros cultivos; las parcelas de monocultivo de papayo dedicadas al mercado, en áreas medianas o grandes.
- **Variedades de papayo cultivado:** Las diversas variedades de papayo que se cultivan en el VRAE.
- **Zonas de cultivo del papayo:** Los siete distritos de la cuenca del río Apurímac donde se cultiva el papayo (Pichari, Kimbiri, Santa Rosa, Sivia, San Francisco, Llochegua y Machente).
- **Diversidad y variabilidad de enfermedades en el papayo:** La presencia de pocas o muchas enfermedades de distinta naturaleza que pueden presentarse en el cultivo de papayo.

Evaluaciones en cada factor:

- ❖ **Modo de producción del papayo:** consistió en evaluar si existe influencia de la forma de producir papayos en la presencia o ausencia de enfermedades.
- ❖ **Influencia del tipo de cultivar en las enfermedades :** consistió en observar si las características morfológicas de las plantas de papayo tienen o no influencia en la presencia de pocas o muchas enfermedades y magnitud de los síntomas.
- ❖ **Número de enfermedades y tipos de parásitos por zonas de cultivo:** consistió en registrar la cantidad de enfermedades por

zonas de cultivo, así como las clases de parásitos que inciden en las zonas de cultivo.

f) METODOLOGÍAS QUE SE APLICARON.

- ❖ **Relación patológica entre hospedante y parásito:** el desarrollo de síntomas es producto de la relación nutritiva que establece el parásito con los tejidos susceptibles de la planta para crecer y reproducirse.
- ❖ **Susceptibilidad del papayo a enfermedades:** la susceptibilidad se expresa cuando la planta se encuentra vulnerable en determinado momento; tiene que ver con su estado ontogénico y con la presencia del parásito virulento en un ambiente favorable.
- ❖ **Expresión de sintomatología específica:** El reconocimiento de una enfermedad comienza con la presencia de determinados síntomas que caracterizan a los distintos tipos de enfermedades. La expresión sintomática y su hallazgo en el campo de cultivo es el primer paso para el diagnóstico de una enfermedad.
- ❖ **Daños en órganos específicos o en planta entera:** La susceptibilidad genera determinados tipos de síntomas que reflejan la clase y cantidad de daño en un órgano o en toda la planta.

g) PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.

- Se registraron datos cualitativos según las evaluaciones establecidas para cada una de las zonas de muestreo, acompañándose de las fotografías necesarias.
- Se efectuaron descripciones para cada enfermedad acompañadas de las respectivas fotografías obtenidas en las zonas de producción.

CAPITULO III

RESULTADOS DE LA PROSPECCION

Sobre la base de los registros descriptivos y fotográficos de la sintomatología generada por diversos patógenos en el cultivo de papayo, se procedió a agrupar los diversos casos a fin de efectuar el análisis ordenado. De acuerdo a la diversidad de síntomas, se ha considerado la evaluación por órgano afectado, que abarca la parte aérea (hojas, flores, tallos y frutos) y las raíces. El diagnóstico se efectuó en base a muestras frescas, obteniéndose, en la mayoría de casos, los agentes causales fungosos, virósicos y nemátodos.

1. ALTERACIONES EN LA INFLORESCENCIA Y FLORACIÓN.

En los árboles de papayo de las zonas productoras del VRAE se observa con mucha frecuencia el desprendimiento de muchas flores, que puede ser ocasionado por fallas en la floración, las infecciones por PRSV, el hongo *Phytophthora* y algunas bacterias, así como daños por insectos.



Fotografías. 1. Aborto floral en plantas afectadas por el virus de la mancha anillada del papayo (PRSV)

2. ALTERACIONES FISIOLÓGICAS EN LOS FRUTOS

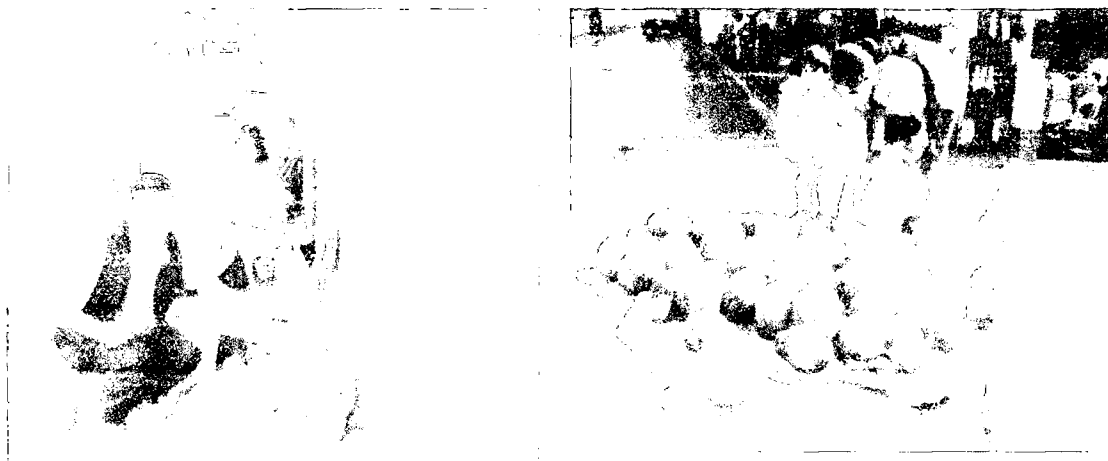


Fotografías. 2. El desarrollo de la carpelodia es un hecho frecuente en los cultivares de papayo, como alteración durante la fase de fecundación y cuajado del fruto.

3. PUDRICIONES EN FRUTOS.

Los casos más comunes en frutos de papayo son las pudriciones por hongos moniliales, levaduras y bacterias, que se depositan libremente sobre los frutos en maduración y que ocasionan daños por pudriciones conforme va madurando el fruto. Entre estos agentes de pudriciones se hallan *Fusarium*, *Botrytis*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Lasiodiplodia*, *Alternaria alternata* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Las pudriciones perjudican la comercialización y alteran la pulpa del fruto con sustancias tóxicas y

enzimáticas. El manejo poscosecha de la paya es aún incipiente en el VRAE y eso ocasiona gran pérdida de frutos por microorganismos saprófitos que habitan en las superficies de los frutos.



Fotografías. 3. Condiciones inadecuadas de comercialización que contribuyen a las pudriciones por parásitos débiles y saprófitos del ambiente.

La necrosis del fruto por *Alternaria alternata* se caracteriza por depresiones, de ovales a circulares, lesiones que eventualmente llegan a tornarse de color negro como resultado de la esporulación masiva del patógeno. Las lesiones solo aparecen en la superficie el fruto y no se extienden hacia la parte de la pulpa. Sin embargo, las lesiones de varias zonas infectadas pueden coalescer y extenderse, pero muy rara vez cubrir por completo la superficie del fruto. *A. alternata* produce necrosis extensiva en los frutos, asociándose a otros hongos y levaduras. Esta enfermedad se caracteriza por lesiones oscuras, circulares a ovales que comienzan a cubrirse con masas de esporas negras. Las lesiones son usualmente restringidas a la superficie del fruto y no causan pudrición extensiva del tejido del parénquima.

La pudrición por *Fusarium solani* en frutos de papaya causan pequeñas lesiones secas, estas desarrollan sobre la superficie del fruto y son después cubiertos por una superficie micelial un poco compacta y blanca. La enfermedad se produce esporádicamente sobre frutos después de la cosecha. La asociación con otros hongos *Cladosporium sp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* causa daños internos en el fruto de papaya, formándose una cavidad es ocupada por una masa de esporas de hongos. La enfermedad ocurre esporádicamente cuando termina la floración y el fruto no es sellado completamente. Estos hongos pasan a través de un pasaje estrecho que conduce a la cavidad seminal, destruyendo la semilla y también los tejidos cercanos.

En las pudriciones por *Rhizopus stolonifer*, las esporas de son transportadas por el aire y se depositan sobre los frutos de papaya en posocosecha. El patógeno penetra por heridas que ocurren durante la cosecha, transporte o durante el manejo poscosecha, todos estos casos juegan un papel muy importante en el desarrollo de la enfermedad. La incidencia de la pudrición se incrementa en los tiempos lluviosos, en parte por los altos niveles de inóculo, altas humedades, y por el incremento en número de lesiones en la fruta causada por otros hongos. Las altas humedades y temperaturas alrededor de 25°C durante el transporte y el almacenamiento son condiciones óptimas para el desarrollo de la pudrición suave por este hongo. *R. stolonifer* es comúnmente saprofita y patógeno de heridas, este causa pudriciones blandas de frutos y hortalizas. El hongo puede atacar plantas en el campo pero más frecuentemente, este aparece

como patógeno después de la cosecha, particularmente en almacén, además sobrevive en los desechos de otros cultivos. Para que ocurra infección por *R. stolonifer*, se requiere de herida fresca y que las esporas germinen antes de que se forme la lámina corchosa que restaura las heridas. Si esto se logra, la pudrición del substrato es muy rápido (de 4 a 6 días). *R. stolonifer* en frutos de papaya produce una enfermedad de poscosecha común y severa; en determinados momentos, es el más destructivo de los patógenos de poscosecha. El hongo invade a través de heridas y rápidamente pudre frutos completos, quedando intacta solo la cutícula. Cuando el hongo rompe la cutícula, las frutas infectadas comienzan a cubrirse por una masa de áspero micelio gris con esporangios negros. En contraste a otros patógenos, *R. stolonifer* es capaz de diseminarse rápidamente a otros frutos en el almacén, en las cajas de envío y pueden podrirse dentro de pocos días.



Fotografías. 4. Los frutos pueden proceden de la chacra con algunas infecciones que durante el traslado y la venta en condiciones no adecuadas favorecen las pudriciones.

Las infecciones por *Botrytis cinérea* son frecuentes en diversos frutos y hortalizas, en los que causa necrosis severa cuando las condiciones de

humedad (80%) y temperatura (24 - 27°C) facilitan la germinación de esporas y existen heridas superficiales; el hongo abunda en todas las áreas de cultivo y llega fácilmente a los frutos de papaya, a los cuales causa pudriciones en las zonas tropicales. En las lesiones causadas crece un micelio gris algodonoso que casi siempre se mezcla con otros micelios de *Rhizopus* y *Alternaria*. Las lesiones se incrementan al juntarse con otros hongos, pero *Botrytis* no se introduce al interior de los frutos, por lo que la pudrición resulta superficial causando ablandamiento del mesocarpo en 0.5 – 1 cm de profundidad.

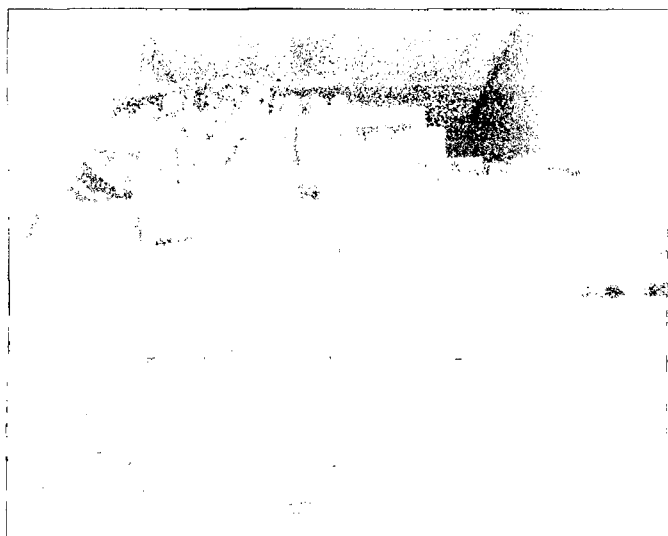
Las lesiones causadas por *Stemphylium sp.* en frutos de papayo son afectadas por el tipo de heridas y la exposición en sombra durante la comercialización al aire libre. Los síntomas iniciales por *Stemphylium* son manchas pequeñas en los frutos, redondas y lesiones café negruzcas. Las lesiones llegan a ser hundidas y se desarrollan café-rojizas a púrpura en los márgenes así como a lo largo de las mismas. Se forman masas de esporas negras verduscas en el centro de la lesión, creciendo un micelio de color blanco a gris sobre la lesión al avanzar la infección. Internamente, el tejido infectado es descolorido de un café rojizo a un color café negruzco, apareciendo manchas humedecidas. El patógeno *Stemphylium* es principalmente un patógeno de heridas y usualmente se presenta sobre frutos dañados por el calor. Además, las infecciones causadas por este hongo se caracterizan por una decoración café rojiza del mesocarpo y los márgenes de tejido sano y enfermo varían de rojo a púrpura.



Fotografías. 5. Pudrición extensiva por *Botrytis cinérea*, en combinación con *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus* y *Penicillium*. Es un daño común durante la venta en el suelo.

Las pudriciones por *Penicillium italicum* y *P. expansum* al inicio tienen aspecto de manchas blandas, aguanosas, ligeramente decoloradas y de tamaño variable, las cuales aparecen en cualquier parte del fruto, son superficiales al principio, pero se hunden con rapidez y, a la temperatura ambiente, gran parte del fruto completo se descompone en tan solo unos cuantos días. Después un moho blanco comienza a crecer sobre la superficie de la corteza del fruto, cerca de la parte central de la mancha. Posteriormente, prosigue su desarrollo y produce esporas. El área esporulante tiene un color azul, verde azulado o verde olivo y a menudo se encuentra rodeada por una banda estrecha o amplia de micelio blanco, delante de la cual hay un tejido aguanoso. El desarrollo superficial del hongo se produce sobre manchas de cualquier tamaño, siempre y cuando la atmósfera sea cálida y húmeda. Aire seco y frío impide el desarrollo superficial. Las enfermedades se conocen como “pudriciones por mohos azules” y “pudriciones por moho verdes”, que son las más comunes y a

veces las más destructivas de todas las enfermedades de postcosecha en papayo.



Fotografía. 6. Aún durante la venta en cajones y sin la protección correspondiente los patógenos inician las pudriciones sin que el comerciante pueda detenerlas por falta de previsión y la venta se pierde. Mucho tiene que ver el tratamiento de cosecha y pos cosecha que dan a los frutos; existen agricultores que han sido capacitados para mejorar este proceso y han logrado evitar los daños.

4. ETIOLACION DE LAS PLANTAS.

La etiolación o alargamiento de los tallos es un caso frecuente en aquellas plantas que crecen con poca luz u ocultas por la vegetación de mayor altura, o cuando la densidad de cultivo es alta, que con mucha frecuencia se observa en las plantaciones no tecnificadas. Este caso fisiológico dificulta las labores de cosecha y el proceso de floración, observándose menor cuajado de frutos, irregular distribución de frutos en el tallo y de menor tamaño.

En otras circunstancias se ha observado que la etiolación puede ayudar a las plantas altas a escapar de las infecciones por el virus de la mancha anular (PRSV-P); luego que las plantas etioladas son expuestas a mayor iluminación comienzan a incrementar sus hojas y en las plantas de mayor edad aparecen ramas en la parte baja o media del tallo.



Fotografías. 7. Casos de etiolación de plantas que han crecido dentro de un área cubierta con densa vegetación; puede observarse además un platanal con alta densidad de plantas; esta característica es común en las chacras de la selva. Esta anomalía fisiológica puede significar a la vez una ayuda a la sanidad de las plantas y al mismo tiempo una dificultad para la cosecha.

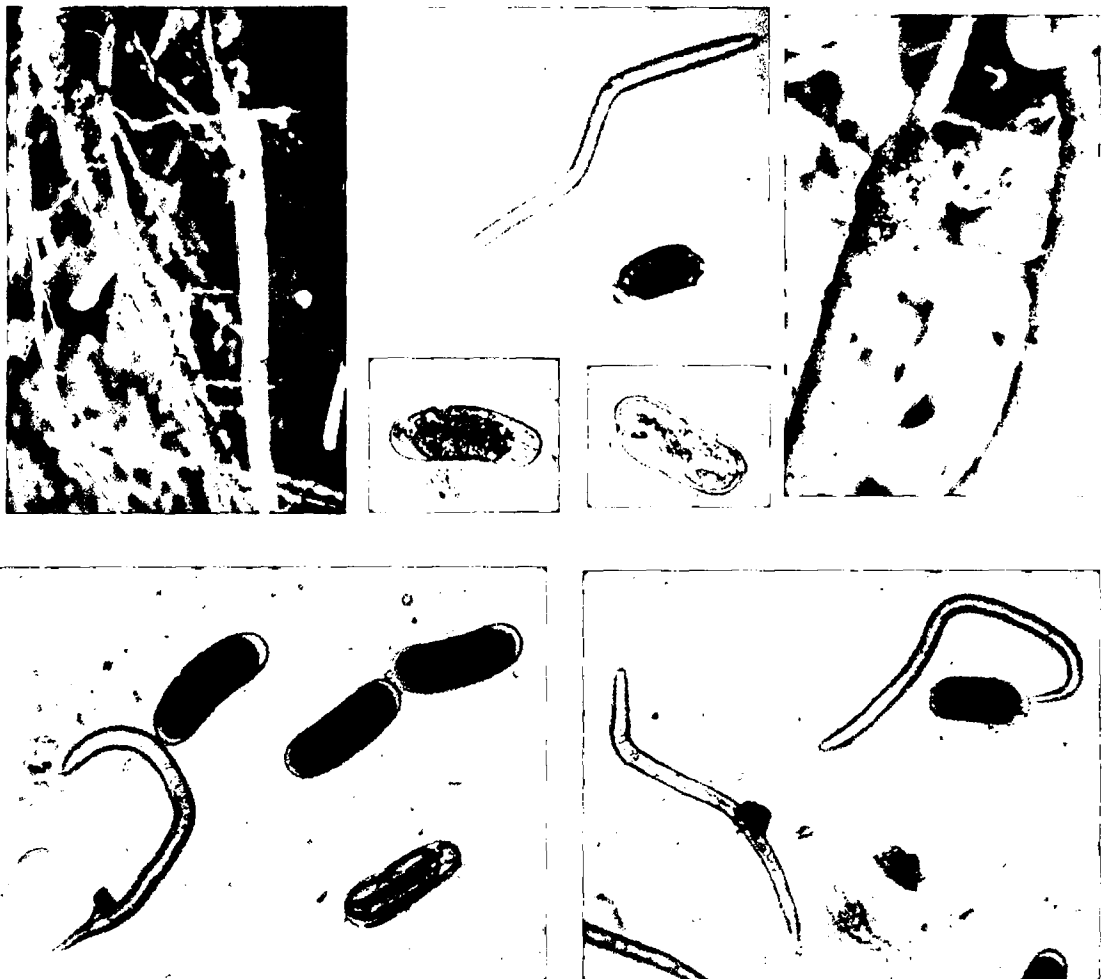


Fotografías. 8. Una sola planta aislada dentro del monte cuya etiolación es evidente, así como la producción de frutos pequeños en la parte extrema del tallo. En estos casos las plantas no están infectadas con PRSV. El aislamiento y el exceso de sombra condicionan las dos posibilidades para las plantas.



5. DAÑOS POR NEMATODOS.

Los nematodos fitoparásitos son frecuentes en todos los suelos de cultivo por sus hábitos polifagos y pueden parasitar a muchas plantas que brindan nutrientes necesarios para la reproducción del nematodo; en el VRAE se ha reportado nematodos en café, mango, frijol y soya; hoy se encontró síntomas de nodulaciones de tamaño mediano en el sistema radicular del papayo, ocasionando debilitamiento y poco crecimiento de las plantas. Los reportes en café han indicado que los nódulos son producidos por una especie de *Meloidogyne*; para otros países se ha reportado la presencia de *Meloidogyne konaensis* afectando al café.



Fotografías. 9. El diagnóstico de las muestras de raíces enfermas del papayo procedentes del VRAE ha revelado la presencia de larvas y huevos característicos de una especie de *Meloidogyne*, cuyas fotografías digitales de muestran como evidencia, además de la sintomatología en raíces.

En razón a que las siembras de papayo se encuentran dispersas o aisladas y no existen grandes plantaciones de una sola variedad, la enfermedad no está muy diseminada, puesto que la producción de plántulas se realiza en el mismo lugar y no se moviliza material de un lugar a otro.

El nemátodo se disemina con los almácigos en bolsas y cuando se siembran variedades susceptibles. Debido a la poca movilidad del nemátodo en el suelo, es posible efectuar el control mediante prácticas culturales; el aumento de la enfermedad en el VRAE se debe al desconocimiento del problema por parte del agricultor.



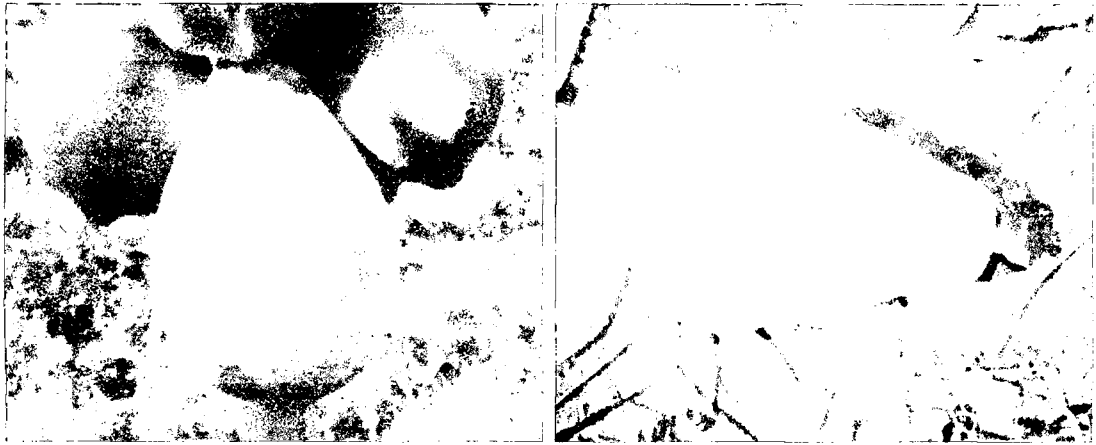
Las hojas jóvenes y partes terminales de las plantas afectadas muestran clorosis foliar moderada a severa y las plantas se enanizan. Puede ocurrir alguna marchitez durante los periodos de alta transpiración. Las raíces afectadas por el nemátodo muestran variados grados de agallamiento dependiendo del número de nemátodos en el suelo o de la subsecuente liberación de huevos, migración de las larvas y reinfección de los tejidos vecinos. El sistema radicular puede reducirse o dejar de crecer debido a las infecciones terminales por gran infestación del nemátodo. Se ha observado agallamiento severo y enanismo de plantas debido infecciones por el nemátodo, de preferencia en suelos arenosos. La formación de agallas puede ser extensiva en plántulas y ser destruidas a consecuencia de ello.

El papayo es susceptible a cuatro de las especies más comunes de nemátodos que causan agallas radiculares, especialmente *Meloidogyne*

incognita y *M. javanica*. Las especies *M. arenaria* y *M. hapla* son menos frecuentes; la última prefiere temperaturas frías y puede dañar papayas que crecen a mayores alturas. En condiciones tropicales, el nematodo puede producir entre 14 y 17 generaciones en un año. Los efectos del debilitamiento por el nematodo pueden ocasionar: competencia por nutrientes y alimento, reducido sistema radicular, alteración en la absorción de agua y nutrientes, debido a distorsión de haces vasculares y predisposición a enfermedades fungosas.

6. PUDRICIONES EN RAICES Y FRUTOS POR PHYTOPHTHORA.

Se tiene registros de la presencia de *Phytophthora parasitica* y *P. palmivora* afectando las plantaciones de papayo en muchas regiones de cultivo. Las plantas atacadas pueden presentar un crecimiento lento cuando las infecciones son tempranas; las hojas adquieren un color verde pálido o amarillento, las cuales se caen prematuramente, el ápice del tallo deja de crecer y las pocas raíces que permanecen vivas se decoloran y se pudren parcialmente. Las plantas atacadas usualmente mueren. En áreas con poco drenaje, *P. palmivora* ataca inicialmente las raíces laterales de la papaya. Después la enfermedad se extiende a la raíz principal y el sistema radical llega a ponerse completamente café y además de consistencia blanda. En los frutos usualmente se observan lesiones húmedas con exudación lechosa mezclada con las hifas del hongo. Frecuentemente la enfermedad continúa su desarrollo en la fruta, la cual se momifica y se reduce de tamaño antes de caerse al suelo.



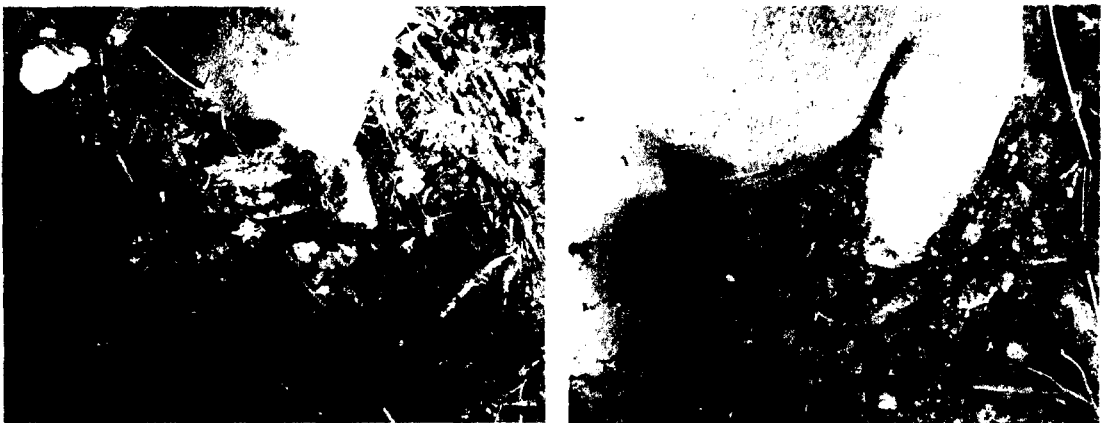
Fotografías. 10. Síntomas de pudrición en frutos de papayo por *Phytophthora*, con exudados superficiales de látex y micelio del hongo; el hongo llega a los frutos con insectos, el viento y la lluvia.

Las pérdidas importantes de frutos por *Phytophthora* ocurren frecuentemente durante los periodos lluviosos, pero al mismo tiempo el exceso de agua ocasiona marchitez y muerte de plantas. Los frutos jóvenes infectados en los árboles usualmente muestran lesiones que exudan látex lechoso y necrosis en algunas partes del fruto. Con frecuencia, la enfermedad continua para que los frutos se necrosen y momifiquen antes de desprenderse del árbol. Cuando los frutos maduran en el árbol infectado, las lesiones son cubiertas por un micelio blanquecino y masas de esporangios.

La parte superior del tallo de la panta que lleva los frutos es muy susceptible a la infección durante los periodos lluviosos. Los chancros en esta área ocasionan que muchos frutos y hojas se desprendan prematuramente y que el ápice de la planta se vuelva susceptible a los vientos. Las partes envejecidas del tallo también se infectan después de un largo periodo de lluvias; las lesiones se agrandan y debilitan al tallo, causando que las plantas se tumben con vientos fuertes.

En área con poco drenaje, *P. palmivora* afecta inicialmente las raíces laterales; posteriormente las infecciones se extienden a raíces centrales y todo el sistema radicular se vuelve marrón, muestra pudrición blanda y se destruye. Las plantas se enanizan, las hojas se vuelven amarillentas y HANG LIMPLY alrededor del tallo, quedando solo pocas hojas pequeñas en el ápice del árbol. Eventualmente, las plantas infectadas mueren.

Las raíces del papayo son especialmente susceptibles a *P. palmivora* en los tres primeros meses después de la siembra de semillas. Durante este periodo, las infecciones radiculares ocasionan amarillamiento de hojas, defoliación prematura y eventual muerte de plántulas. Ocasionalmente el hongo destruye solo una parte de las raíces antes de que las plantas se vuelvan algo resistentes conforme aumentan de edad. Bajo condiciones secas, la enfermedad puede cesar y la planta muestra crecimiento normal. Sin embargo, con frecuencia con una fuerte carga de frutos, el árbol fácilmente se desploma por el viento debido al daño del sistema radicular.



Fotografías. 11. Excavación efectuadas en plantas de papayo sospechosas de marchitez y necrosis en frutos por *Phytophthora*, observándose micelio en raíces y corteza de la base del tallo.

Cuando la enfermedad se encuentra en sus estados iniciales se manifiesta como una pudrición seca, color café oscuro en el ápice de las raíces más jóvenes. En estados avanzados se observa ausencia total de raíces secundarias y una pudrición ascendente hacia el cuello de la planta, y la parte central de la raíz, que pierde su consistencia sufriendo además desintegración de los tejidos; su coloración normalmente es café oscuro y presenta olor desagradable por la presencia de bacterias saprófitas. En muy pocos casos la pudrición alcanza la parte superior o media del tallo, pero el hongo alcanza los frutos.



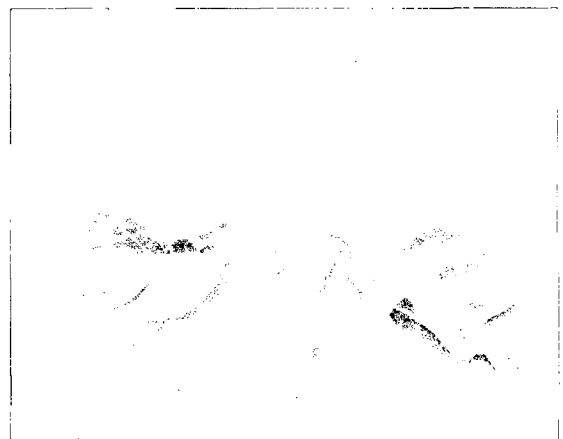
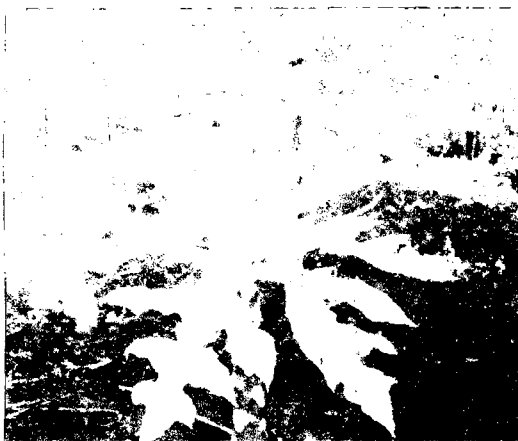
Fotografías. 12. Pudrición avanzada del fruto de papayo procedente de una planta con síntomas de marchitez, necrosis radicular y pudrición de frutos por *Phytophthora*. El debilitamiento de las raíces por pudrición ocasiona el tumbado de las plantas, su menor crecimiento y frutos pequeños, dependiendo del estado ontogénico de la planta al inicio de la infección.

Los plantones pueden infectarse durante el almácigo o en el campo definitivo.

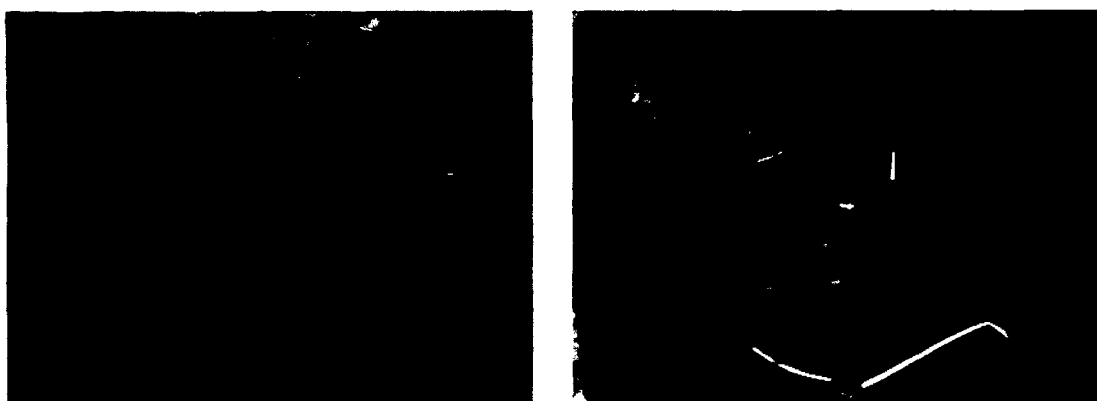
MANCHA ANILLADA DEL PAPAYO causada por PAPAYA RINGSPOT VIRUS

Es la enfermedad de mayor importancia en el papayo y se encuentra distribuida en todos los continentes donde se cultiva este frutal. La enfermedad se inicia en forma de síntomas de mosaicos, y una distorsión foliar y posteriormente, anillos aceitosos en los frutos y manchas grasosas o aceitosas que es la principal característica sintomatológica de la enfermedad.

Las plantas infectadas presentan una clorosis de las nervaduras y de las hojas más jóvenes deformadas o dobladas hacia abajo a la semana o dos semanas después de penetración del virus a los tejidos. Después de algunas semanas las hojas se tornan distorsionadas y con mosaicos, con los lóbulos bastantes reducidos en su tamaño. Una plantación puede presentar el 100% de las plantas infectadas en un período de cuatro a siete meses después del transplante, en el caso en que no se le dé ningún tipo de control. La mancha anular puede reducir el peso promedio de los frutos por planta en 20 y 60%.



En estudios de interacción sinérgica entre PRSV y PLYV (virus del amarillamiento letal del papayo), se comprobó que las plantas de papayo solamente con PRSV presentan síntomas de mosaico con deformaciones foliares. Plantas inoculadas solo con PLYV presentan una clorosis sistémica sin la deformación foliar. Mientras tanto plantas que fueron inoculadas con los dos virus presentan síntomas bastante severos, que consiste en clorosis, amarillamientos, reducción en el crecimiento, necrosis sistémica y muerte del 50% de las plantas, indicando así una fuerte interacción sinérgica entre PRSV y PLYV.

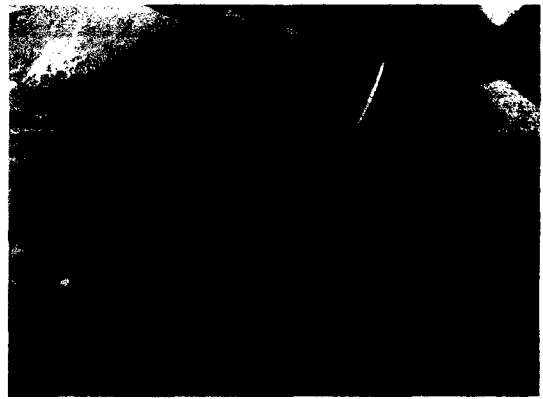


Los síntomas iniciales se caracterizan por manchas cloróticas de forma irregular, distribuidas sobre el haz y envés de las hojas del tercio medio de la planta. Al desarrollarse más el virus, se forma un moteado (manchas cloróticas más abundantes y grandes) seguido por un mosaico (áreas amarillas rodeadas de zonas verdes) y manchas aceitosas de forma variable en el envés de las hojas. Estas manchas son alargadas en pecíolos y tallos; o en forma de anillo o manchas de media luna en frutos y flores. Conforme avanza la infección, hay menor cantidad de hojas formadas; éstas son más cortas que las normales y adquieren una coloración verde-

amarillenta. Hay menor número de frutos cuajados y sin desarrollar normalmente, quedando de tamaño pequeño. Se presenta caída de hojas y al quedar expuestos los frutos inmaduros, se manchan por quemadura de sol y bajan los rendimientos.

AGENTE CAUSAL Y VECTORES

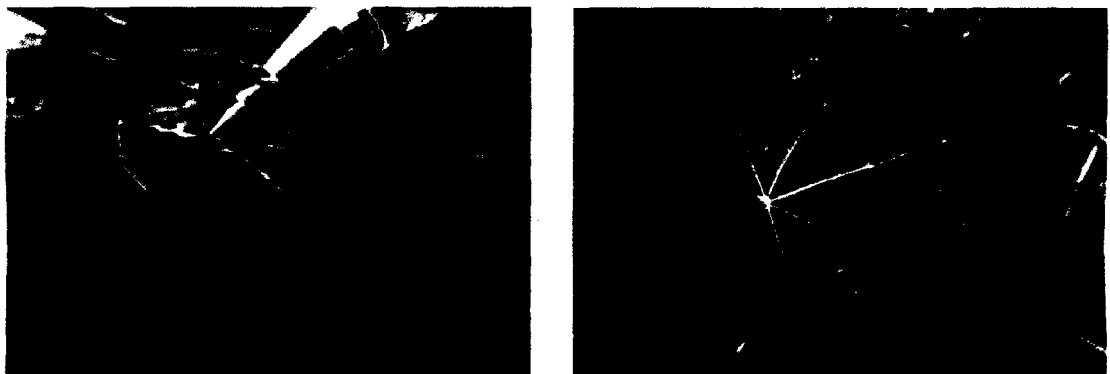
Se ha demostrado de manera experimental que las especies de pulgones *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *A. coreopsidis* y *Toxoptera citricidus* son eficientes vectores del virus. Los pulgones o áfidos no colonizan plantas de papayo de manera normal; los procesos de adquisición del virus por el áfido e inoculación del virus ocurren por las picaduras de prueba ocasionales para reconocimiento de sus hospedantes, durante las visitas de plantas infectadas a plantas sanas. Por tal razón la transmisión se da con más eficiencia debido a los constantes movimientos de los vectores dentro de la chacra.



El virus pertenece al grupo de los Potyvirus; las partículas del virus tienen forma filamentosa y flexuosa de 12 nanómetros en diámetro y 760-800 nanómetros de largo, tiene ácido ribonucleico de sencilla cadena; se transmite por medio de áfidos de varios géneros y especies, entre los cuales

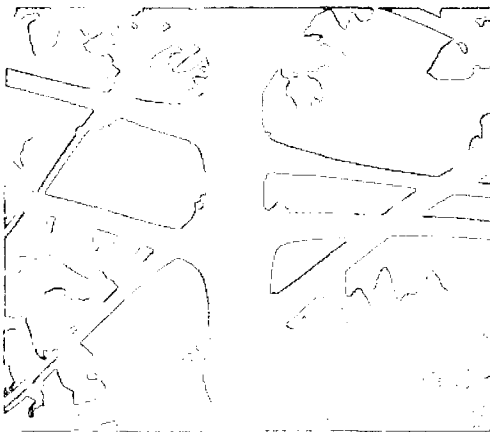
los principales están *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A.nerii* y *Macrosiphum euphorbiae*; el tipo de transmisión del virus es no persistente con periodos de adquisición de 10 a 60 segundos; no se trasmite a través de semilla; se trasmite por transmisión mecánica, pero su rango de hospedantes es estrecho (15 especies de dicotiledóneas en las familias Caricaceae, Chenopodiaceae y Cucurbitaceae). El virus de la mancha anular de la papaya se agrupa en dos tipos: VMAP - p y VMAP - w. El primer tipo infecta tanto a papayas como a cucurbitáceas y el segundo tipo infecta solamente a cucurbitáceas pero no a papayas. De hecho, VMAP - w causa mayor daño a cucurbitáceas y fue referido previamente como virus del mosaico de la sandía I.

Los síntomas generales iniciales son la presencia de manchas aceitosas longitudinales de color verde-oscuro en pecíolos y tallos; en el tercio superior del follaje aparece un mosaico tenue que después se vuelve bien definido, posteriormente las hojas se tornan cloróticas, la lámina foliar se reduce y se observa el síntoma de pata de rana.



En los frutos se forman manchas aceitosas en media luna o circulares. El amarillamiento total de algunas hojas es otro síntoma avanzado de la enfermedad.

Después de las manchas aceitosas en peciolo y tallos, generalmente le sigue la pérdida de clorofila de las venas foliares, hasta que éstas se ponen translúcidas o diáfnas, o también por el mosaico del follaje joven. Si la infección se pone crónica, uno o varios lóbulos de las hojas pueden mostrarse anormalmente angostos y torcidos, resultando en estructuras filiformes.



También se produce aclareo de nervaduras de las hojas jóvenes y ligero amarillamiento del ápice. Posteriormente se da un moteado amarillento; la lámina de las hojas se dobla hacia arriba por la nervadura central, la superficie se arruga y los márgenes se erizan. Casi siempre se producen ampolladuras aisladas de color verde oscuro en el limbo, en contraste con otras áreas verde pálido.

En peciolo y tallos aparecen manchas grasientas en forma de rayas y en los frutos se observan rayas en forma de anillo o "C" con apariencia grasosa.



Las hojas enfermas usualmente se caen, manteniéndose solamente un pequeño número de ellas en el ápice de las plantas. Con la caída de las hojas se produce las quemaduras y caídas en los frutos, reduciéndose la cosecha que se limita a los frutos formados con anterioridad a la infección.

Las plantas infectadas reducen su tamaño y la lámina foliar disminuye su función fotosintética. Otros síntomas clave son un mosaico amarillo sobre la lámina foliar y numerosas manchas aceitosas sobre los pecíolos de las hojas. A medida que la enfermedad avanza la lámina foliar puede presentar síntomas de bandeamiento (zonas verde oscuro a lo largo solo de las nervaduras); las hojas casi siempre desarrollan una apariencia de pata de rana, causada por una reducción muy fuerte de la lámina foliar, además de ampolladuras.



El número de anillos sobre los frutos puede ser variable, y los anillos llegan a ser menos distinguibles conforme los frutos van cambiando de color al madurar. Los frutos casi siempre muestran ligeros abultamientos, especialmente aquellos se desarrollan después de que la planta es infectada.

Existe una marcada disminución en el rendimiento y en los niveles de grados brix de los frutos dependiendo del vigor de la planta y su reacción ante la enfermedad, lo cual está relacionado directamente con la edad a la que ésta es infectada. Los síntomas de hojas y frutos son más marcados durante las estaciones de bajas temperaturas.

Los árboles de papaya de todas las edades son susceptibles; no existe resistencia natural en los cultivares nativos de papayo, pero sí algunos grados de tolerancia a lo cual influye también la altitud de siembra.



Fotografías. 13. Dos campos afectados 100% con el virus de la mancha anillada (PRSV-p); muestran mosaico amarillamiento y escasa o nula producción de frutos.



Fotografías. 14. Arbol afectado con PRSV-p, muestra escasa floración (izquierda); papayo afectado por PRSV-p que nuestra tolerancia (derecha).



Fotografía. 15. Alta densidad (plantas muy juntas) favorece las infecciones por PRSV-p.

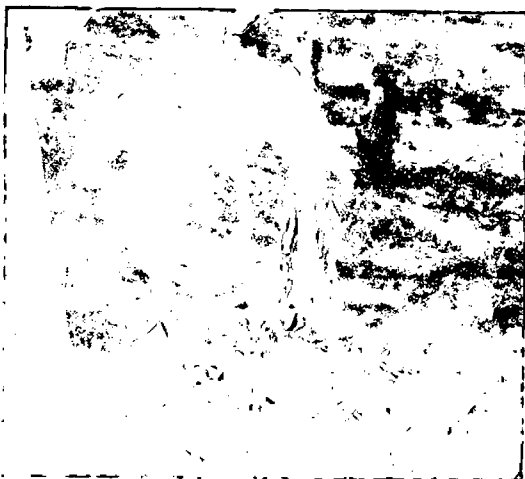
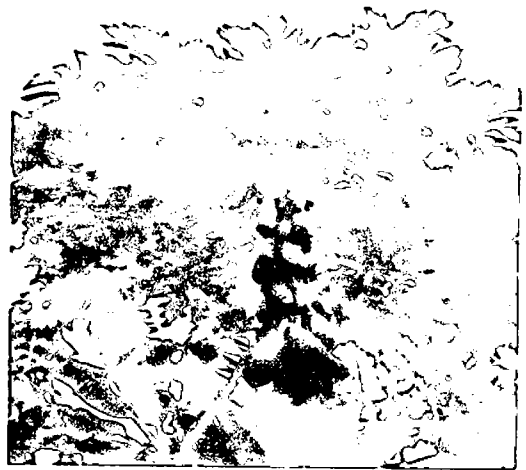
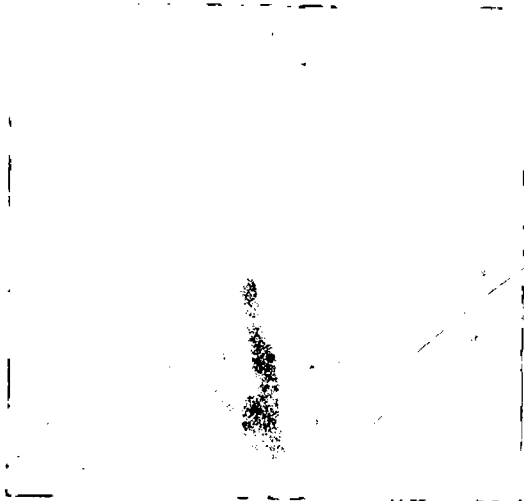
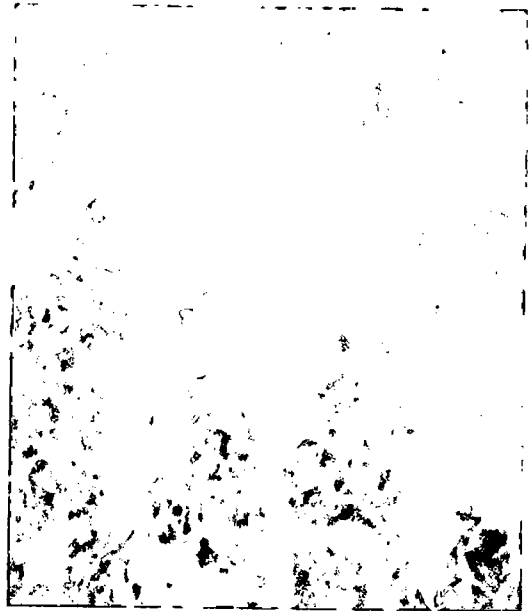
Fotografía. 16. Planta afectada por PRSV-p con fallas en la fecundación y frutos pequeños.

PROBABLE VIRUS DEL AMARILLAMIENTO LETAL DEL PAPAYO (PLYV)

Los síntomas del amarillamiento letal se inician generalmente en las hojas hacia el tercio superior de la copa, algunas de las cuales posteriormente se caen. Con la evolución de la enfermedad, las hojas

comienzan a verse ligeramente enroscadas o retorcidas con aspecto clorótico. En los frutos aparecen manchas circulares, inicialmente un verde alimonado y después con una clorosis. Al mismo tiempo, las hojas se amarillean, senescen, marchitan y mueren, produciéndose después la muerte de la planta.

El PLYV está formado por partículas isométricas de aproximadamente 30 nm de diámetro, tiene un genoma de tipo RNA simple. Se ha sugerido que el PLYV puede ser una variante de un virus no conocido, posiblemente miembro de la familia Tombusviridae, del Género Carmovirus; sin embargo, estudios moleculares recientes indican la posibilidad de que pertenezca a la familia Sobemoviridae, género Sobemovirus. Aún no se ha probado su transmisión por áfidos *Myzus* y *Aphis* ni por crisomélidos (*Diabrotica bivitulla* y *D. speciosa*). Sin embargo, el virus puede ser transmitido de manera eficiente de plantas enfermas a plantas sanas por el método de transmisión manual, mediante la poda de peciolo o nervaduras de las hojas de plantas enfermas hacia las plantas sanas. La presencia del PLYV virulento puede ser detectada en suelos infestados de manera natural, agua de riego de plantas infectadas y de la superficie (testa y cubierta) de semillas obtenidas de frutos enfermos. Estudios realizados en más de 30 especies vegetales de varias familias botánicas, indican que la gama de hospedantes de PLYV se restringe posiblemente solo al género *Carica*.





Fotografías. 17. Las plantas que se muestran en las fotografías anteriores, probablemente están afectadas con el virus del amarillamiento letal (PLYV) por su sintomatología, aún no se ha confirmado el hallazgo pero se incluye como una primera información para posteriores estudios. Los síntomas se observaron aisladamente en algunos campos en planta adulta y plántula. Por las informaciones de los agricultores, se considera que la virosis puede ser transmitida por la semilla, que también ha sido comprobado por algunos investigadores de otros países; se conoce que el virus se transmite por contacto pero no por insectos.

SARNA DEL PAPAYO

Esta enfermedad es causada por el hongo *Asperisporium caricae* y se encuentra diseminada en todas las zonas productoras de papayo. Los primeros síntomas aparecen como manchas húmedas en el haz de las hojas, luego se hacen visibles las manchas en el envés. Después pequeñas manchas negras se hacen visibles sobre el envés de la hoja. Las manchas negras también se pueden encontrar en el fruto. El tejido debajo de la cáscara llega a ponerse corchoso, pero el fruto no llega a pudrirse, ni la pulpa de la fruta no es dañada. La enfermedad es muy común en los meses más calurosos y húmedos del año.



Fotografías. 18. Necrosis extensivas o coalescentes en hojas adultas por efecto de infecciones avanzadas previo a la esporulación del hongo.

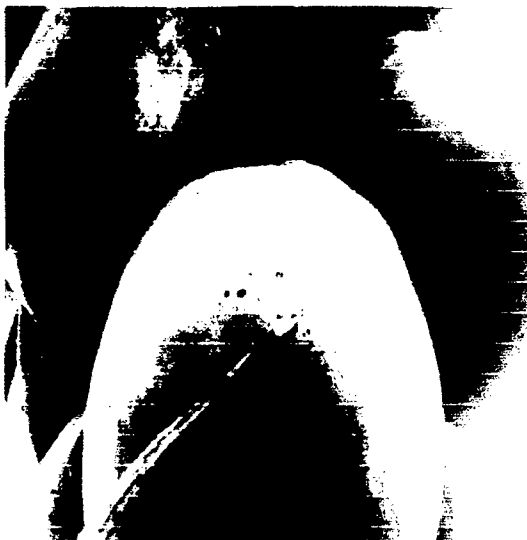
El hongo afecta principalmente las hojas más verdes, poniéndolas manchadas, amarillentas y en forma rápida entran a la senescencia. Los esporodocios que producen esporas se forman en el envés de la hoja, en lesiones más o menos circulares de color oscuro con un halo amarillo alrededor. En el fruto forma manchas superficiales de coloración naranja oscuro. Las lesiones reducen el valor del fruto y favorecen las pudriciones por otros hongos. En el VRAE, la enfermedad tiene poca incidencia y la severidad de las infecciones no afecta de manera importante a hojas y frutos.



Fotografías. 19. Las pequeñas manchas sobre el fruto indican que las esporas se diseminan de manera fácil y en abundancia por el viento, procedentes de otras plantas enfermas; las infecciones se inician en frutos verdes o cercanos a la cosecha.



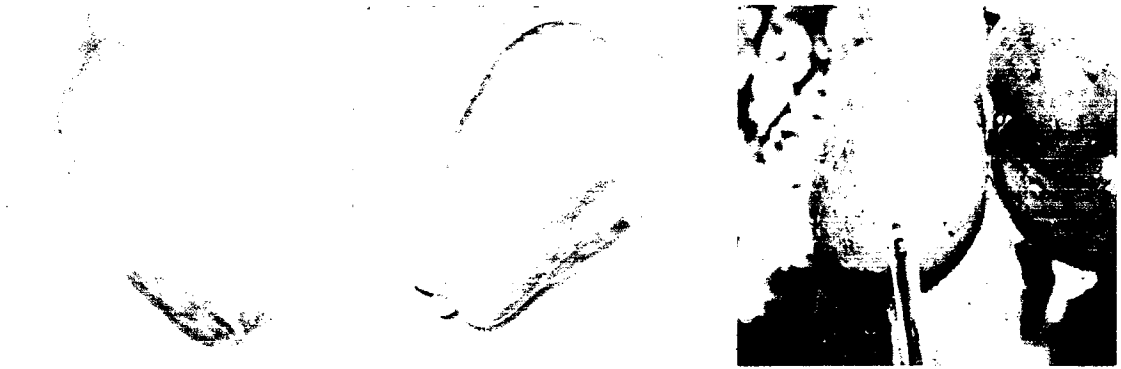
Fotografías. 20. Las lesiones pueden ser severas o ligeras; se juntan y afectan gran parte de a superficie del fruto, alterando su calidad comercial.



Fotografías. 21. De acuerdo a los registros de daños, se ha determinado que existen cultivares de papayo, aún no identificados, que muestran alta tolerancia al patógeno *Asperisporium caricae* y no tienen alteraciones importantes, como ocurre en cultivares de Colombia, Ecuador, Costa Rica y México, que desarrollan fuerte sintomatología; es probable que las condiciones atmosféricas del VRAE no sean favorables para una adecuada interacción con los papayos tolerantes o susceptibles.

DAÑOS POR CERCOSPORA.

Es una alteración causada por el hongo *Cercospora caricae* que afecta principalmente al fruto y es de menor importancia en las hojas. Su efecto es la pérdida de calidad comercial del fruto al alterarse la apariencia superficial de la cáscara.



Fotografías. 22. Necrosis superficiales en la cáscara del fruto por infecciones avanzadas en el mismo árbol y que se hacen más evidentes durante la maduración del fruto.

Esta enfermedad ataca a las hojas y frutos, pero su daño es de mayor consideración cuando ataca a las hojas porque ocasiona severas defoliaciones de la planta y por lo tanto una reducción significativa del rendimiento. La mancha del fruto por *Cercospora* comienza con pequeñas manchas tenues de color pajizo a negruzco irregulares ligeramente circulares. En el envés de las hojas se presentan pequeñas manchas (1.5 a 6 mm) de forma circular y color negro. Por el haz su forma es irregular y presentan un color blanco grisáceo y están rodeadas por un halo clorótico. Al avanzar el ataque las hojas toman un color amarillento que posteriormente se torna café claro y se quedan adheridas al tallo durante algún tiempo para después caer. En las chacras de papayo del VRAE no se ha observado sintomatología en las hojas.

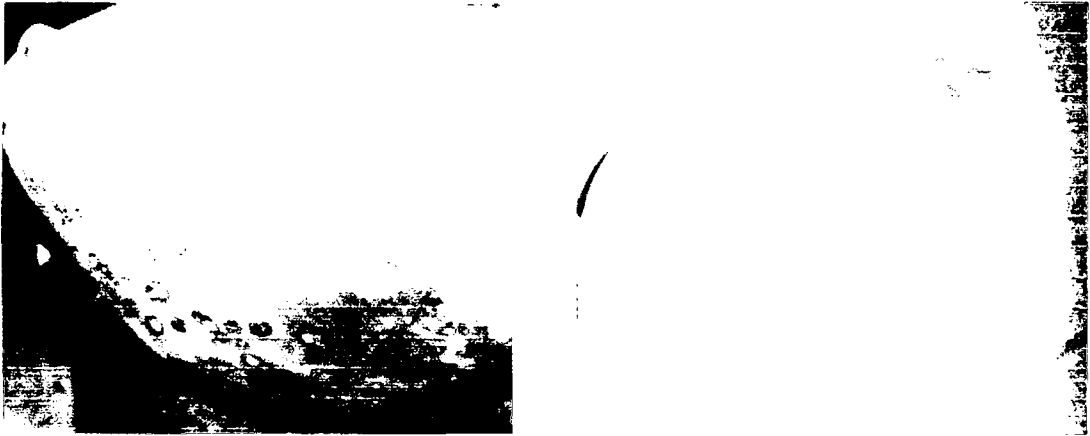
NECROSIS EN FRUTOS DE PRE Y POSCOSECHA POR *Colletotrichum gloeosporioides*.

Los daños por *Colletotrichum gloeosporioides* son de mayor frecuencia en el fruto de papayo en razón a su amplia dispersión y porque es un patógeno polífago que puede afectar a otras especies de frutos como el

plátano, el mango, el palto y el cacao. Los síntomas son progresivos e irreversibles, afectando a todas las variedades de papayo. Casi siempre este hongo se asocia con otros y los daños se incrementan. La enfermedad esta diseminada en todas las zonas de producción de papayo, pero con mayor incidencia en las zonas bajas; a mayor altura, los daños son leves.

La enfermedad es observada comúnmente en campo sobre frutos maduros o muy maduros. El hongo penetra por los estomas de las hojas o por heridas en la corteza del fruto; cuando éste comienza a madurar se forman manchas acuosas en forma de anillos concéntricos hundidos, de color café oscuro, de apariencia seca y de tamaño variable, desde pequeños puntos oscuros sobre la superficie del fruto hasta de cinco centímetros, causando erosiones en los frutos maduros de la papaya, que cuando alcanzan un estado más avanzado causan depresiones.

Un aumento en el tamaño de la lesión afecta a la pulpa, evitando el consumo del fruto. Después los centros de estas manchas acuosas en forma de anillos, hundidas sobre la epidermis de los frutos maduros que cambian a color negro y luego anaranjadas-rosáceas cuando el hongo produce esporas. Por debajo de las manchas la pulpa llega a ser blanda y acuosa, las cuales se extienden hacia todo el fruto que casi siempre se producen y cubren el centro de la lesión (patrones de anillos concéntricos).



Fotografías. 23. Necrosis primarias y en desarrollo producto de las infecciones producidas en el árbol o durante el tránsito a la comercialización.

A medida que la fruta madura estas manchas crecen de una manera muy rápida (mayores de 20 mm de diámetro), para formar los característicos anillos circulares hundidos. *Colletotrichum gloeosporioides* y *C. capsici* también pueden causar antracnosis sobre las hojas del papayo.



Fotografías. 24. Necrosis avanzada en frutos maduros, que se incrementa irreversiblemente en frutos caídos al suelo o durante la comercialización.

Los síntomas iniciales de la antracnosis son lesiones muy pequeñas superficiales de coloración café rojizo o bronceado. Las lesiones pueden permanecer superficiales o crecer y comenzar a hundirse con márgenes húmedos. La antracnosis se manifiesta como un problema de poscosecha.

En las porciones maduras de los frutos el hongo penetra hacia el interior de la pulpa, oscureciendo su color y acidificando los tejidos. Con el tiempo se forma una separación entre los tejidos infectados y los tejidos sanos y la porción enferma pueden levantarse con facilidad debido a la formación de una capa de calosa en las células del parénquima.



Fotografías. 25. Las formas de lesiones cambian según la variedad de papayo,; normalmente todas las papayas son susceptibles a esta pudrición.

Este hongo también ocasiona el “pelado de la fruta” que consiste en el desprendimiento de la cáscara de la fruta madura, el daño más frecuente se presenta en la época de lluvias. Luego de extraerse al fruto del árbol, el hongo se mantiene latente hasta que empiezan a aumentar los niveles de etileno en la fruta lo cual coincide con la maduración y el aumento de los

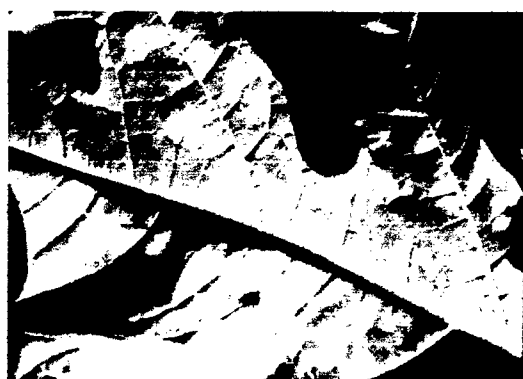
azúcares, siendo esta etapa la más susceptible al ataque ya que el hongo utiliza enzimas cutinasas y celulasas para ablandar las células de la epidermis (cáscara) donde penetra y posteriormente se multiplica dando como resultado los anillos concéntricos típicos de la antracnosis en poscosecha. Estos frutos no tienen valor comercial, ocasionándole pérdidas significativas al agricultor.



Fotografías. 26. Daño principal por *Colletotrichum gloeosporioides* que afecta severamente en forma rápida la mayoría de cultivares en todas las zonas de producción del país. Las necrosis localizadas se juntan y producen amplias zonas de pudrición, en las cuales se forma gran cantidad de esporas que diseminan la enfermedad por el viento, la lluvia y los insectos.

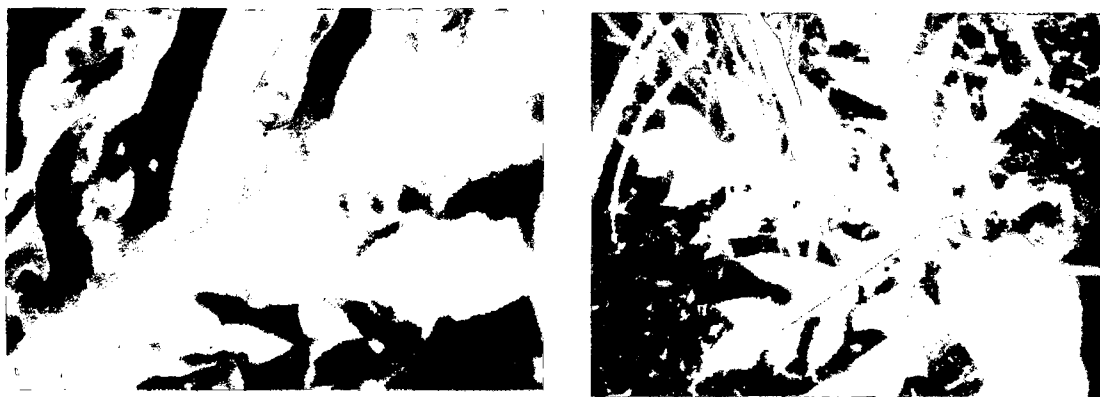
DAÑOS DE LA OIDIOSIS CAUSADA POR *Oidium caricae*.

Se observan comúnmente capas difusas de micelio blanco en la parte inferior de las hojas, especialmente en las áreas adyacentes a las nervaduras de las hojas, y ocasionalmente en la superficie superior de las hojas.



Fotografías. 27. Síntomas de clorosis y micelio blanquecino donde se forman las oidiosporas que diseminan la oidiosis en forma rápida a plantas susceptibles.

Inicialmente las áreas infectadas llegan a ponerse de color verde claro o se vuelven cloróticas; las lesiones pueden estar rodeadas o tener márgenes verde oscuro. Las oidiosporas en la capa micelial dan una apariencia polvosa característica. La oidiosis puede afectar tallos, pedicelos florales, frutos y hojas. Aunque se considera que las hojas son susceptibles en todas sus etapas, la infección se confina mayormente en las hojas viejas cercanas a la senescencia. Las plántulas también son muy susceptibles a la infección y pueden ser seriamente afectadas. Las lesiones en los tallos y plantas jóvenes pueden conducir a la defoliación y por consiguiente a disminuir la producción. Esta enfermedad causa por lo general pocos daños en las plantas y muy rara vez disminuye los rendimientos al defoliar, amarillear y estimular la senescencia de hojas en la planta. Sin embargo, puede causar serios daños en plantas jóvenes en ambientes con lluvias regulares y altas temperaturas.



Fotografías. 28. El daño ocasiona reducción de la capacidad fotosintética de las hojas maduras y se inicia por el envés de las hojas.

Generalmente la oidiosis causa poco daño en cultivares tolerantes, pero existen algunos bastante susceptibles a los que causa amarillamiento y defoliación; no es importante la pérdida de rendimiento debido a que las lesiones se presentan en hojas adultas o senescentes. Sin embargo, la oidiosis puede dañar severamente a plantas jóvenes en ambientes con lluvias y temperaturas moderadas.

El micelio blanco se forma especialmente en el envés de las hojas; en estas zonas afectadas se forman numerosas oidiosporas que dan al síntoma apariencia pulverulenta. También puede formarse polvillo blanquecino en los tallos, pedúnculos florales y frutos, dependiendo de la susceptibilidad del cultivar. La defoliación, las lesiones en tallos y frutos en plantas jóvenes pueden conducir a pérdidas considerables en el rendimiento.

Oidium caricae no tiene estado saprofítico en razón a lo cual crece y se reproduce solamente en tejidos vivos del papayo. Las plántulas son especialmente susceptibles, dañándose sobre todo las porciones apicales. La oidiosis se incrementa con bajos niveles de iluminación, alta humedad,

temperatura moderada (18 – 27°C) y lluvias moderadas (1500 – 2500 mm/año).

PROBABLE VIRUS DE LA MELAZA DEL PAPAYO (papaya stick disease virus, PSDV).

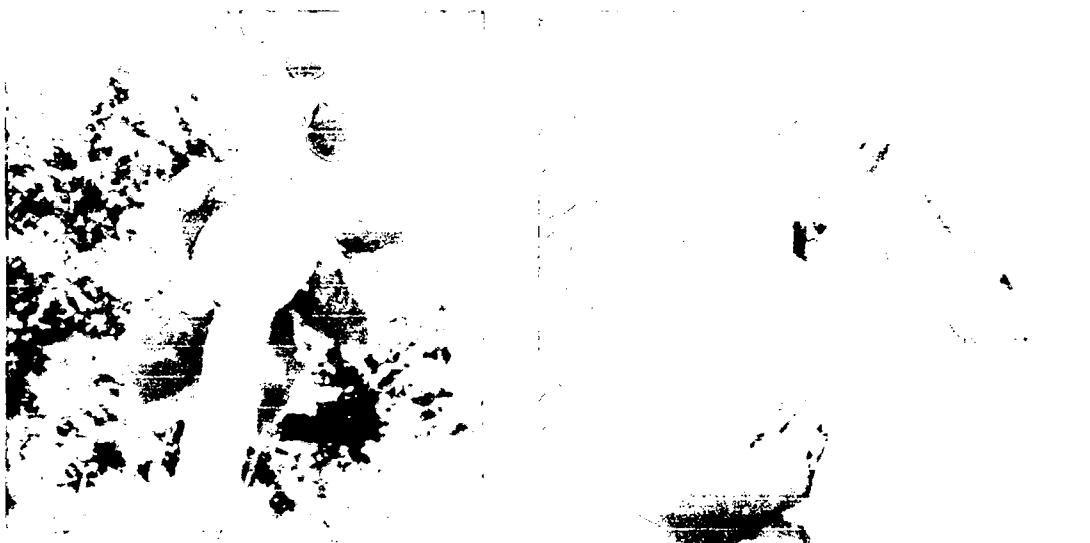
Este es el primer reporte de una enfermedad que podría ser considerada de origen viral, pero aún todavía por confirmar debido a que no se tienen mayores evidencias. La enfermedad se caracteriza por presentar una exudación de látex en los frutos, que posteriormente se oxida, resultando en un aspecto manchado o amezado, derivándose de ahí el nombre de la enfermedad. Esa sintomatología se presenta también en los pecíolos y en los márgenes de las hojas nuevas, antes de la fructificación, que posteriormente se vuelven necróticos y posteriormente comienza la exudación de látex.



Fotografías. 29. La presencia de melaza sobre los frutos es frecuente en muchas enfermedades y es uno de los síntomas claros de probable alteración por el virus de la melaza.

Los frutos presentan malformaciones, con manchas por zonas de color verde claro, o amarillento. El látex de los frutos de las plantas enfermas

con el virus de la melaza presentan una menor viscosidad, con poca o ninguna coagulación razón por la cual éste fluye muy fácilmente. Los primeros síntomas inician cuando las plantas tienen, aproximadamente, seis meses de edad, en las partes terminales de las hojas nuevas, provocando quemaduras o alteraciones en su forma. Los frutos afectados presentan en la parte externa de la pulpa manchas claras y oscuras, alterando su sabor y la consistencia de la misma.

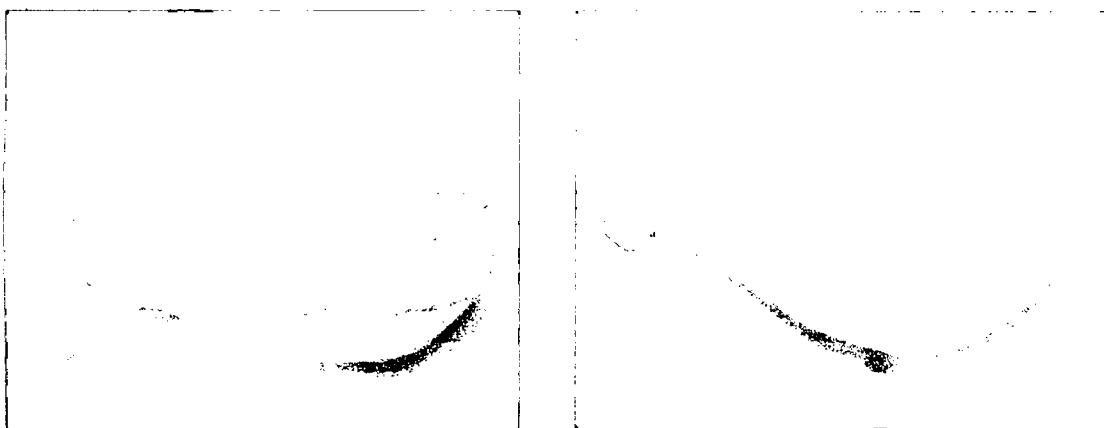


Fotografías. 30. Se considera que muchas enfermedades en el papayo pueden causar producción de látex, pero en la mayoría de casos el látex no gotea ni se hace menos denso para escurrirse por la superficie del fruto. Este síntoma se asocia a algunas alteraciones de color en las hojas, que toman color amarillento, pero no presentan síntomas como lo hace el virus del mosaico del papayo (PapMV) o el virus de la mancha anular (PRSV-p). Aunque los frutos llegan a crecer en forma regular podría decirse que existe tolerancia de algunos cultivares sobre todo cuando la infección es tardía.

DEFORMACION DE FRUTOS POR DEFICIENCIA DE BORO

El boro influye significativamente en la producción de frutos uniformes y sanos, además de incrementar la producción. El efecto combinado de calcio y boro incrementó el rendimiento y la producción de frutos uniformes;

sin embargo, el boro con o sin calcio fue el responsable de producir frutos uniformes. Respecto a las deficiencias de nutrientes, se ha establecido que la deficiencia de boro ocasiona la aparición de frutos mal formados y una exudación de látex en la epidermis de los frutos en desarrollo. Se tienen reportes de deficiencia de boro en muchas de las áreas cultivadas de papayo en el mundo.



Fotografías. 31. Frutos pequeños deformados inmaduros o con maduración prematura extraídos de plantas con probable deficiencia de boro.

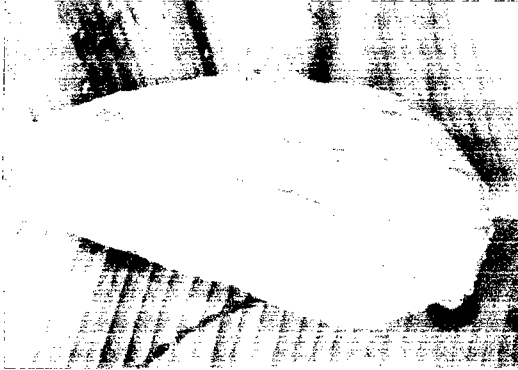
La deformidad comienza primeramente en los frutos jóvenes, pero los síntomas llegan a ser más severos sobre frutos cercanos a la madurez fisiológica o de mayor edad. Los surcos o costillas se inician en áreas localizadas sobre la epidermis del fruto y se debe a la deficiencia del elemento, deteniendo el crecimiento del fruto. Además de esto el tejido afectado continúa incrementando su tamaño y termina formando una protuberancia. Por lo general los síntomas iniciales ocurren en la formación de los frutitos, en los cuales se observa una exudación de látex sobre la epidermis del fruto y del pedúnculo de éste, con una deformación inicial la

cual llega a ser evidente muy lentamente. Las semillas que se encuentran en los frutos afectados casi siempre abortan o tienen un desarrollo pobre y el tejido vascular es blando y casi siempre necrosado. En casos de fuerte deficiencia, el peso y crecimiento de los árboles puede verse afectado causando un ligero efecto de arrosamiento asociado con una detención del crecimiento en la parte apical. La deficiencia se puede confundir con la enfermedad del Bunchy Top o ápice deformado.



Fotografías. 31. Expresión primaria de la deficiencia de boro en plantas jóvenes cuyos frutos reducen su tamaño y maduran tardíamente.

De los micronutrientes el boro es el más importante en el cultivo de la papaya, ya que afecta directamente la calidad y producción de los frutos; la deficiencia es originada por una excesiva acidez, deficiencia hídrica, bajo contenido de materia orgánica y de boro en el suelo; los síntomas de deficiencia incluyen una deformación de los frutos, exudación de látex y una baja producción de frutos.



Fotografías. 32. La deformación del fruto y la aparición de surcos abultados sobre los frutos, o hendiduras, se ha considerado como deficiencia de nutrientes, especialmente de boro. Sin embargo, se requiere comprobación mediante análisis de frutos y hojas, además del suelo.



Fotografías. 33. También se tiene referencias de que la deformación de frutos desde el cuajado, puede tener su origen en fallas en la polinización y fecundación; la deformación de hojas y cierta clorosis se asocia generalmente a influencias de virosis o deficiencias de micronutrientes

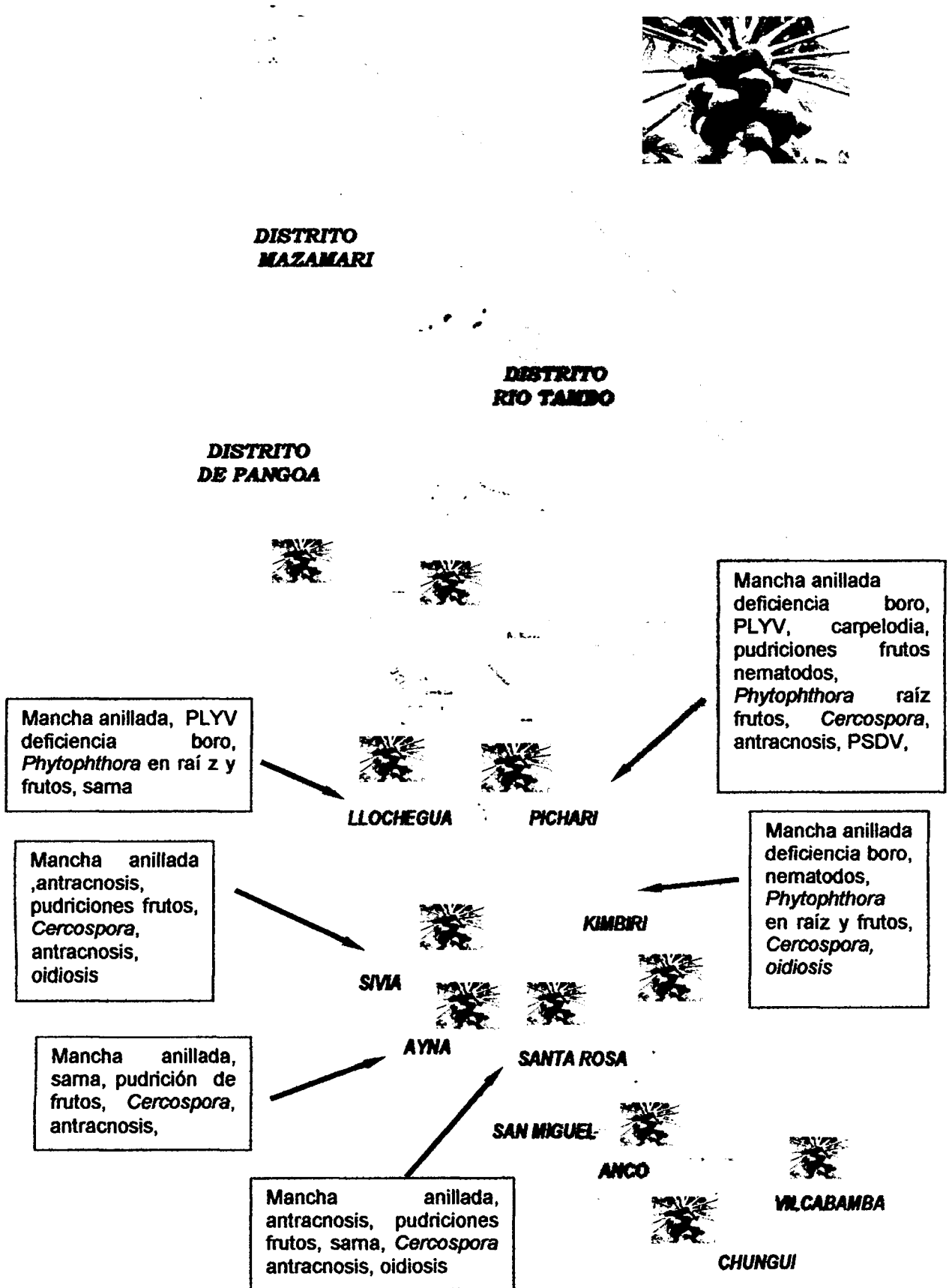
El análisis del suelo no indica si el boro se encuentra en forma disponible para la planta por lo que se deben considerar los síntomas de deficiencia. El primer síntoma se expresa como una clorosis moderada en las hojas maduras, seguido por una deformación de las hojas, las cuales son frágiles y se enrollan hacia el envés, exudado de látex en hojas, tallo y peciolo. La muerte del brote apical permite el brotamiento lateral. En plantas en producción los primeros síntomas son una floración abundante, una secreción de látex durante el desarrollo de los frutos; posteriormente una deformación de los mismos.

Esta deficiencia se presenta de manera más frecuente en suelos arenosos, rocosos y bajo condiciones secas. Los árboles con frutos típicamente deformados tienen un nivel aproximado de 20 ppm de boro en los pecíolos y a veces más bajo. Los niveles de boro normales en pecíolos son aproximadamente de 25 ppm o más.

Se recomienda la observación de los síntomas de deficiencia desde la aparición de los primeros frutos pequeños o cuando se liberen de los pétalos. En suelos arenosos y con deficiencia del elemento las etapas críticas para presentación de síntomas es a los 2-4 meses después del trasplante (inicio de la etapa reproductiva) y a los 6-9 meses (inicio de la cosecha).

MAPA POLÍTICO DE LA REGIÓN VRAE

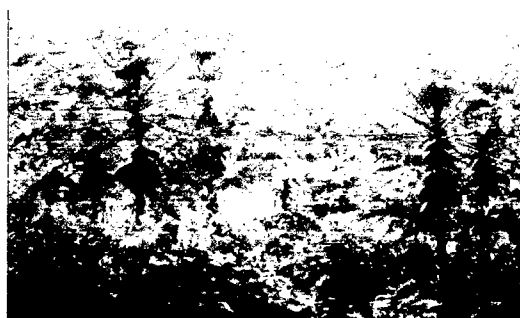
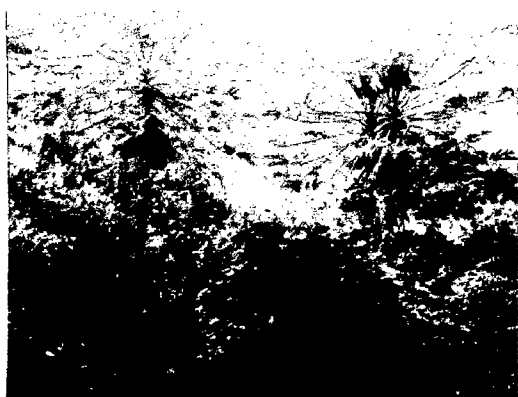
UBICACIÓN DE PATOGENOS DEL PAPAYO



SISTEMAS DE CULTIVO FAVORABLES PARA EVASION DE ENFERMEDADES EN EL PAPAYO

1. Siembra asociada a sachá inchi.

Los papayos asociados con sachá inchi muestran indicios de evasión a las infecciones por el virus de la mancha anular (PRSV-p); los árboles no presentan síntomas de mosaico, la floración y cuajado de frutos son buenos, con excepción de aquellas plantas que se han infectado antes de la siembra del sachá inchi en la misma chacra. También se observó que la virosis no se disemina desde de las plantas enfermas probablemente por ausencia de los áfidos vectores; se sospecha que las plantas de sachá inchi pueden estar participando como repelentes o bloqueadores del movimiento de áfidos por inmovilización o muerte en la misma planta.



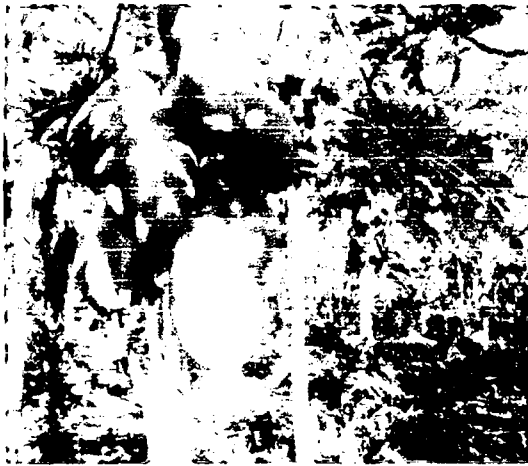
Fotografías. 34. La asociatividad de plantas de diversa especie siempre ha sido una forma de reducir las infecciones en los cultivos; en plantaciones de papayo puede intercalarse o ponerse en los bordes de la chacra algunas otras especies cultivadas, como el sachá inchi, plátano, yuca, cacao, carambola o cítricos. Se considera que, de algún modo, la llegada de áfidos infectivos se dispersa en otros cultivos de la chacra o éstos participan como repelentes o anulan al vector inmovilizándolo o destruyéndolo antes de que lleque al papayo.

2. Siembra del papayo a mayores alturas.

Otra característica sobresaliente en el VRAE es la presencia de cultivares de papayo libres del virus de la mancha anular (PRSV-p), que han sido sembrados en localidades a mayor altura (Ayna, Pueblo Libre), razón por la cual la densidad de vectores es baja o no existen; o quizás no hay plantas infectadas que sirvan de fuentes del virus, o tal vez las condiciones de mayor humedad o frío dificulten la movilidad de los vectores.

Este aspecto es considerado por los agricultores durante la producción del papayo y lo utilizan para obtener buenas cosechas, que se logran poco en zonas bajas. Los papayos de altura no muestran infecciones por los hongos que existen en otras zonas; esta situación puede ser favorable para algunos productores durante la planificación del cultivo del papayo en el VRAE.

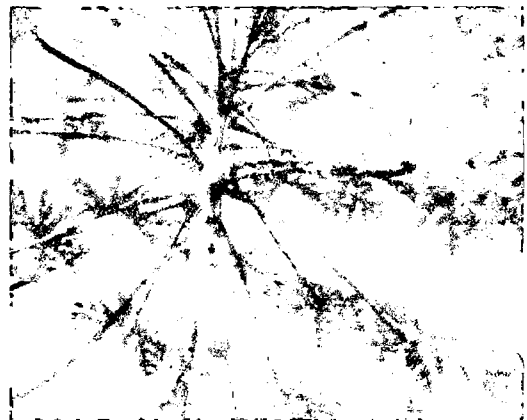
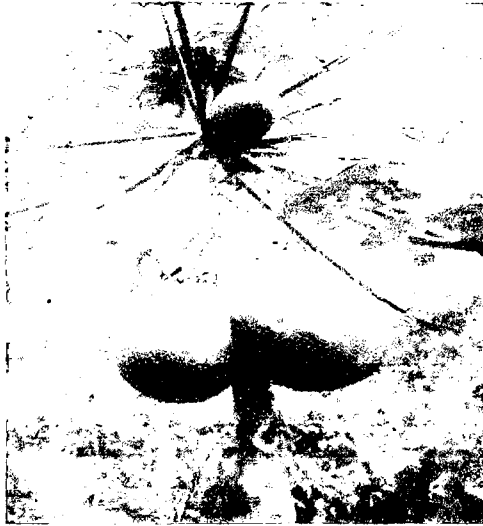




Fotografías. 35. La sanidad en zonas bajas y altas depende necesariamente de las labores de cultivo y de la tecnología de producción que ejerce el agricultor en su zona; puede tenerse plantas libres de virus de la mancha anular (PRSV-p), sin embargo se requiere de mejor organización.

3. Uso de cultivares tolerantes

En la zona del VRAE se ha observado respuestas de alta tolerancia al virus PRSV-p en algunos cultivares de tallo y peciolo morados, que son considerados como variedades nativas o cultivares de reciente introducción desde otras localidades del país, pero sin haber realizado un control de su ingreso. Estos cultivares de pigmentación morada expresan tolerancia a las infecciones o a la presencia del virus en el ambiente en casi todo el VRAE; sin embargo, en algunos lugares se observan síntomas regulares de la virosis e incluso deformación de frutos por probable deficiencia de boro. Este tema aún necesita mayores estudios para comprobar las observaciones iniciales por parte de técnicos y agricultores, que en cierto modo podría resultar importante en la administración integral del cultivo de papayo con fines comerciales.



Fotografías. 36. La planta superior izquierda expresó alta tolerancia en un ambiente donde los cultivares de tallo verde muestran sintomatología viral. La planta superior derecha muestra síntomas de probable deficiencia de boro que puede confundirse con virosis; sin embargo su floración no se vio afectada. La planta inferior izquierda muestra algún grado de falla en las primeras floraciones por algunas causas no registradas, pero su floración, cuajado y crecimiento de los frutos no se vieron perjudicados, aún cuando otras plantas vecinas mostraron síntomas de virus. De acuerdo a las observaciones en diversas chacras, las tendencias no son las mismas, los comportamientos varían y es necesario que se realicen evaluaciones específicas para conocer con mayor certeza estas respuestas.

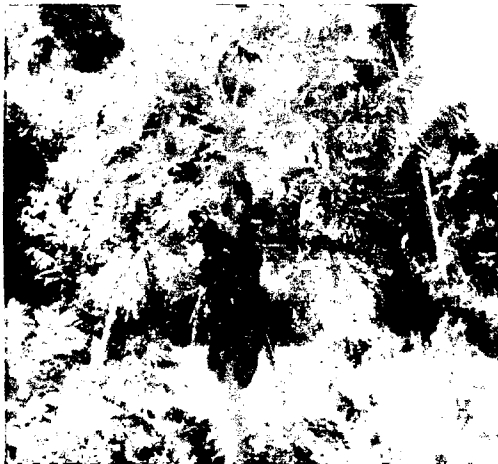


Fotografías. 37. En las fotografías se muestran dos plantas de papayo que han crecido libre del virus de la mancha anular PRSV-p) al estar asociadas con un cultivo denso de sachá inchi, aunque las plantas fueron pocas en la chacra asociada; se mantuvieron sanas hasta que terminó el cultivo de sachá inchi.

4. Siembras en suelos calcáreos o tipo pizarra.

Otra observación significativa que se efectuó en algunas chacras o zonas de cultivo de papayo, fue la expresión de las plantas a crecer mejor y producir frutos en buena cantidad (más de 25 -30/planta), además de no perjudicarse la floración y el cuajado de frutos en suelos con pH más alto de lo común (6.2 – 7.2) o cercanos a la neutralidad. Los suelos calcáreos o del tipo pizarra favorecieron un mejor crecimiento y un desarrollo satisfactorio de frutos, según los agricultores.

En el VRAE es posible encontrar suelos con estas aptitudes, que no solo se utilizan para cultivos de pan llevar o anuales, sino que resultan también buenos para cacao y plátano.



Fotografías. 38. El registro de esta observación servirá como insumo para mejorar las técnicas y labores de cultivo del papayo en el VRAE, con la finalidad de contribuir con la producción de cultivos orgánicos y hacer mejor uso de los suelos.
Queda aun por realizar un inventario de zonas y suelos con estas características o implementar un programa de mejoramiento de la calidad de los suelos mediante enmiendas agrícolas que no sean costosas y fáciles de aplicar.

DISCUSION Y COMENTARIOS SOBRE LA PROSPECCION FITOPATOLOGICA EN EL PAPAYO.

1. El trabajo de campo.

La prospección de enfermedades del papayo se realizó con personal entrenado del VRAE y de técnicos que fueron preparados en el laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la Escuela de Agronomía. De acuerdo a los procedimientos de la prospección (1, 2, 12) primero se establecieron las áreas significativas donde se cultiva el papayo, luego se obtuvo información local de casos patológicos observados por técnicos de instituciones y

agricultores. En este sentido, los muestreos fueron lo suficientemente satisfactorios para la época, puesto que de preferencia debe hacer durante los meses noviembre a mayo de cada año, tal como sugieren HENY (13), NELSON (20) Y TIFR (28). Durante las labores de descubrimiento de enfermedades, la colaboración de los agricultores fue decisiva para ubicar las parcelas y plantas afectadas de acuerdo a sus observaciones y experiencias en el cultivo de papayo.

La participación de técnicos de SENASA, de ONGs y empresas productoras también fue importante y necesaria en el estudio de las enfermedades, pues existían registros de alteraciones fitosanitarias logradas por investigaciones y anotaciones durante la administración del cultivo.

2. El acceso a los lugares de producción.

El acceso a las parcelas de cultivo o chacras se realizó a pie o con vehículos cuando fue necesario, con acompañamiento de agricultores la mayoría de las veces; se recogieron muestras para procesamiento en laboratorio y se obtuvieron fotografías de regular a buena calidad para documentar los hallazgos y apoyar el diagnóstico. No hubo dificultades en el encuentro de plantaciones al facilitarse el ingreso y la llegada a las chacras, previa autorización de los agricultores. En este sentido, según PSCHEIDT (25) y DARDON (7), la prospección deberá ser autorizada y planificada por una entidad especialista, de modo tal que se pueda llegar sin dificultad a los lugares donde debe realizarse la prospección. En el VRAE, la dificultad de acceso no radicó en la falta de cooperación de los agricultores, sino en la

desconfianza que genera un tipo de investigación que es realizada por personal que no es parte permanente de la población.

La llegada a las chacras durante la investigación fue facilitada porque las personas que ingresaban a las chacras, recogía muestras y fotografiaba son habitantes permanentes del VRAE y han adquirido confianza mutua; de este modo, la prospección se realizó según lo planificado en el proyecto.

3. La participación de los agricultores.

En cada una de las zonas evaluadas resultó importante la información, la participación y el conocimiento práctico de los dueños de las chacras o lugareños de cada localidad visitada. Se facilitó al mismo tiempo el recojo de las muestras y la toma de fotografías; en cada una de las visitas a las chacras los agricultores ofrecían información y contribuían a la obtención de muestras. La idea de registrar las enfermedades del papayo en las localidades visitadas fue de buen agrado de los agricultores con la esperanza de que la investigación sirva a futuro para el tratamiento de las enfermedades y mejorar la producción y calidad de las cosechas.

4. El registro de alteraciones patológicas.

El trabajo de conocimiento de las enfermedades del papayo comenzó con la obtención de muestras enfermas y su remisión al laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Huamanga para el diagnóstico correspondiente. A nivel de chacras y zonas de cultivo se obtuvo las primeras informaciones de las

enfermedades, de parte de agricultores y técnicos agrícolas. Para determinar las causas de las alteraciones y la información ambiental adicional del ambiente que influyen en los procesos patológicos, se recurrió al conocimiento de los habitantes de cada zona de cultivo lográndose alguna información sobre la epifitología de las enfermedades y las formas y épocas en que se presentan.

Las muestras se procesaron por zonas, por tipo de enfermedad y por patógeno, obteniéndose el registro completo de cada una de ellas; el estudio microbiológico fue determinante en todos los casos; los procedimientos permitieron que se reconociera muchas enfermedades comunes y se planteara probables nuevos casos patológicos que no se conocían anteriormente.

A nivel de laboratorio se obtuvieron otras fotografías que facilitaron la compaginación de información gráfica y literal, lográndose complementar la información de campo con la de laboratorio, como es frecuente y necesario durante los diagnósticos de enfermedades y determinación de fitopatógenos, como lo indican DHINGRA (8), HUNTER et al. (18), PSCHIEDT (25) Y PUTNAM (27).

5. La diversidad frente a la homogeneidad.

En general, la agricultura del VRAE no muestra diversidad y variabilidad en su estructura, pues solamente lo hacen los pueblos nativos que hoy se encuentran solamente ocupando pequeñas áreas de cultivo con especies nativas propias de los trópicos de la Amazonía. La diversidad del

papayo no es amplia porque la mayoría de variedades son introducidas hace mucho tiempo y pocas las de reciente introducción. Sin embargo, casi el 100% esta variabilidad de cultivares es susceptible al virus de la mancha anillada (PRSV-p), la principal enfermedad del papayo. Las zonas que cultivan una sola variedad de papayo muestran alta incidencia de la virosis en zonas bajas; las chacras con cultivos asociados pueden evadir de alguna manera infecciones severas, pero no escapan a ella. Las zonas a mayor altura tienen mejores posibilidades de evadir a la enfermedad, en razón lo cual no se observan plantas enfermas o muy pocas.

La presencia de variabilidad de cultivares en una chacra ha sido probablemente la causa de que no se observara demasiada incidencia de enfermedades, incluso en algunas chacras ausencia de daños; la prospección efectuada para enfermedades del papayo ha determinado que la diversidad de alteraciones aún no es un problema crucial, excepto para la virosis PRSV-p. Las enfermedades pueden disminuirse con un mejor tratamiento poscosecha de los frutos, sistemas mejorados de siembra, disminución de poblaciones de áfidos, uso de zonas a mayor altura y mejora de la calidad fitosanitaria de las plantas de almácigo de papayo.

6. Influencia de los diversos programas de cultivo en el VRAE.

Según las zonas visitadas, el cultivo de papayo no es una actividad principal de los agricultores, sino más bien una buena alternativa económica a pequeña escala por su demanda y utilidad para el autoconsumo familiar; se observó que la introducción de cultivos alternativos a la coca (maíz

amarillo, frijol, café, cacao, plátano, soya, ajonjolí, yuca, palmito, sachá inchi, camu camu y noni) fue más bien una distracción para el agricultor, porque descuidó sus papayales; sin embargo, estos cultivos no significaron mejoras importantes; por el contrario, los papayos se vieron más afectados durante su crecimiento sin mayores cuidados.

Los programas de reforestación con especies exóticas al VRAE y la obligación de su siembra, también fueron motivo de descuido y abandono de las plantas no incluidas en los cultivos para sustitución de la coca, como ocurrió con el papayo. Las enfermedades se incrementaron por dispersión de plantas enfermas, falta de atención al suelo, descuido de labores de cultivo, un desconocimiento general de la fitosanidad del papayo e indiferencia de los técnicos agrarios del Estado y ONGs.

7. La situación fitosanitaria actual del papayo.

- En las zonas bajas del VRAE se ha observado entre 65 y 90% de plantas afectadas con el virus de la mancha anillada (causada por PRSV-p), sobre todo en Pichari, Kimbiri y Llochegua.
- La melaza del papayo, otra probable virosis, causada por papaya stick disease virus (PSDV) solamente fue observada en Pichari y es un caso nuevo que necesita confirmarse.
- La sarna es poco frecuente (entre 2 y 10%) en Llochegua, San Francisco y Santa Rosa aparece como casos aislados; la cercosporiosis es bastante frecuente (70%) en todas las zonas muestreadas, pero con síntomas ligeros o suave en los frutos.

- Las nudosidades radiculares solamente fueron observadas en papayos de Pichari, pero no se muestreó otras zonas porque solamente se procedió de acuerdo con los informes de agricultores; la incidencia puede ser alta o baja; esto requiere de confirmación por muestreos dirigidos solamente a esa enfermedad.
- La oidiosis es una enfermedad poco frecuente (1 - 5%) que ha sido observada en zonas a mayor altura, con menor humedad ambiental y en papayos de mayor edad o en producción; la enfermedad no está bien diseminada por factores ambientales (temperatura y humedad), los sistemas de cultivo no la favorecen y es muy poco el daño que ocasionan en las hojas.
- Las pudriciones de frutos por la antracnosis son muy altas a moderadas, pero se presenta como una de las alteraciones más significativas después de la virosis Mancha Anillada; su incidencia llega a más de (87%) y ocasiona alta pérdida de frutos; el origen se halla en la alta presencia del patógeno en el ambiente, la susceptibilidad de los frutos y el inadecuado sistema de tratamiento pos cosecha y comercialización de frutos. La antracnosis está distribuida en todos los lugares de producción y comercio del VRAE.
- El amarillamiento letal del papayo (PLYV) es otra probable virosis que ha sido observada en LLochegua y Pichari, pero no en Santa Rosa ni Kimbiri, por lo menos en las zonas visitadas; puede llegar a ser un caso importante que necesita prevenirse; su incidencia aún es muy baja porque puede haber sido introducida en forma reciente con algunas plantas procedentes de la selva central, Tingo María o Pucallpa o Aguaytía.

- La pudrición radicular del papayo por *Phytophthora* es otra enfermedad de regular presencia que afecta al papayo y probablemente a otras especies de plantas, entre ellas el cacao, el palto, el mango y otros árboles; a partir de los muestreos realizados se puede indicar que solamente incide en entre 20 a 55% en el papayo, pero su presencia e incidencia depende de la susceptibilidad de algunos cultivares, de la alta humedad en el suelo y de la presencia del hongo en los suelos. Se le encuentra afectando plantas jóvenes o adultas; sin embargo su alteración no afecta demasiado cuando las plantaciones tienen alta densidad de plantas y solamente mueren algunas de ellas. Los daños también se han registrado en frutos y al parecer también forman parte de un gran bloque de enfermedades que ocasionan pudrición de frutos.
- Las deficiencias por micronutrientes, en especial de boro, son frecuentes en muchos lugares y chacras de papayo que ocasiona deformación severa de frutos, fallas y demora en la maduración, reducción del tamaño, fallas fuertes en la fecundación y cuajado de frutos, debilitamiento y disminución del crecimiento de las plantas. En forma aproximada la deficiencia tiene una incidencia y severidad que depende de las zonas de cultivo; puede variar entre 10 y 25%.

8. Posibilidades de mejoramiento fitosanitario de la producción del papayo.

Actualmente se considera que la única enfermedad de mayor

importancia en el papayo del VRAE es la virosis de la mancha anillada causada por una raza de PRSV-p, que daña severamente las plantaciones de zonas bajas y la producción de frutos es limitada; las cosechas logradas muestran frutos deformados, pequeños, maduran desigual, son poco dulces y no se venden bien. Lo poco que hace el agricultor para evitar la enfermedad (protección de plántulas en el vivero, aplicación de insecticidas para reducir áfidos en las plantas, fertilización al suelo) no es suficiente para reducir los efectos de la enfermedad. En este sentido, los técnicos que ofrecen sus servicios han propuesto la introducción de dos cultivares resistentes al virus PRSV-p, cuyo origen es transgénico que ya han sido difundidos a otras zonas productoras del país. Sin embargo, los detractores de la introducción de cultivos transgénicos a Ayacucho y al VRAE consideran que las enfermedades se pueden tratar sin necesidad de ingresar papayos transgénicos; existen condiciones ambientales y sistemas de cultivo que pueden utilizarse en combinación con controles etológicos de los áfidos para evitar y reducir los daños por el virus; también puede inducirse alta tolerancia en las plantas de papayo e incentivar la producción de fitoalexinas que disminuyen la reproducción del virus.

Las enfermedades radiculares requieren de mayores cuidados en la ubicación de las plantas en las chacras y algunas medidas de administración de humedad y prevención de infecciones mediante tratamientos al suelo.

Las pudriciones de fruto requieren mejor manejo poscosecha y de sistemas de venta, así como una ligera protección superficial de los frutos mediante sustancias naturales obtenidas de plantas. Las otras enfermedades virales requieren de labores culturales de erradicación de casos sospechosos y uso de plantas sanas.

CONCLUSIONES

1. La principal enfermedad y de mayor difusión en el cultivo de papayo es la mancha anillada causada por el virus PRSV-p.
2. Se registraron tres enfermedades importantes adicionales : la antracnosis del fruto causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, la pudrición radicular y de frutos causada por *Phytophthora parasítica* y la deficiencia de boro en frutos.
3. Se sospecha de la presencia de dos nuevas virosis : el amarillamiento letal causado por PLYV y la melaza del fruto por PSDV.
4. Las nudosidades radiculares causadas por *Meloidogyne incognita* es una enfermedad emergente en el cultivo de papayo.
5. Las zonas de mayor afectación por enfermedades son Pichari, Kimbiri y Llochuegua.

RECOMENDACIONES

- 1 Completarla información patológica del cultivo de papayo en el VRAE considerando otras zonas de producción y mayor número de plantaciones.
- 2 Elaborar un mapa fitopatológico detallado de las enfermedades del papayo con fines de divulgación para planificación del cultivo.
- 3 Elaborar un manual gráfico de enfermedades del papayo para guía de campo para los agricultores.
- 4 Efectuar labores de capacitación para productores papayeros con la finalidad de mejorar el estado fitosanitario de las plantaciones y la calidad de los frutos.
- 5 Efectuar una prospección entomológica.
- 6 Realizar estudios de fertilidad de suelos para conocer su estado nutricional y mejorar la producción y calidad de frutos.

LITERATURA CITADA.

1. AGRIOS, G.N. 1998. Plant pathology. Academic Press. 3rd. ed. New York. 703 p.
2. BARRANTES DEL A., Fernando. 2005. Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales del VRAE. Revisión Anual de Fitopatología Andina. N° 6, 10 p.
3. BARRANTES, F.N. 1997. Enfermedades en frutales de Ayacucho. Revisión Anual de Fitopatología Andina. N° 6, 8 p.
4. BARRANTES DEL A., F.N. 2008. Evaluación pictórica de enfermedades en los principales cultivos de Ayacucho. Informe de investigación. IIFCA, Facultad de Ciencias Agrarias, UNSCH. 92 p.
5. BAZAN DE SEGURA, C. 1965. Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales. Edit. San Martín S.A. Lima, Perú. 647 p.
6. BOLKAN, H. A., CUPERTINO, F. P., DIANESE, J. C., and TAKETSU, A. 1976. Fungi associated with pre and postharvest fruit rots of papaya and their control in central Brazil. Plant Dis. Rep. 60:605-609.
7. DARDÓN, D.E; ALVAREZ, G.A. y D.M. SALVATIERRA, 2005. Evaluación pictórica de enfermedades de los principales cultivos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Concyt. Guatemala. 50 p.
8. DHINGRA, O.D. and J.B. SINCLAIR. 2003. Basic Plant Pathology Methods. Lewis Publishers, CRC. Second Edition. London, England. 484 p.
9. DICKMAN, M. B., AND ALVAREZ, A. M. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Dis. 67:748-750.
10. DICKMAN, M.B. 1993. *Colletotrichum gloeosporioides* causes anthracnose on papaya leaves. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
11. ESKER, P; SCHMALE, D; KANAAN-ATALLAH, Z. and BULLUCK, R. 2004. *Art in Phytopathology*. <http://www.apsnet.org/online/feature>.
12. FRENCH, H. 1985. Métodos de investigación en laboratorio. Edit. Turrialba, San José, Costa Rica, 345 p.

13. HANSEN, M. A. and R. L. WICK. 1993. Plant disease diagnosis: present and future prospects. *Advances in Plant Pathology* 10 : 65-126.
14. HENY, H. 2008. *Principales enfermedades del papayo en Colombia*. sites.google.com/site/wwwheniheny/home22334442442.
15. HEREDIA, G. 2007. . *Epidemiología y manejo del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV-P) en cultivo de papaya en Ecuador*. www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=1780...
16. HINE, R. B., HOLTZMANN, O. V. y RAABE, R. D. 1993. Diseases of papaya (*Carica papaya* L.) in Hawaii. *Hawaii Agric. Exp. Stn. Bull.* 136, Univ. of Hawaii, 26 pp.
17. HOLTZMANN. O.V. y McSORLEY, R. 1993. *Plant parasitic nematodes associated with tropical and subtropical fruits*. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html.
18. HUNTER, J. E., and BUDDENHAGEN, I. W. 1972. Incidence, epidemiology and control of fruit diseases of papaya in Hawaii. *Trop. Agric. (Trinidad)* 49:61-71.
19. KO, W.H.1993. *Severe infection by Phytophthora palmivora in papaya*. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
20. NELSON, S. 2009. *Papaya (Carica papaya) Pest and Disease*. University of Hawaii at Manoa. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
21. NISHIJIMA, W. 1998. *Carpelody in Carica papaya*. Department of Plant Pathology University of Hawaii at Hilo. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
22. OOKA, J.J. 1993. *Oidium caricae causes powdery mildew in papaya*. Department of Plant Pathology, Kauai Branch Office. University of Hawaii. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
23. PATRICIA RIVAS-VALENCIA, GUSTAVO MORA-AGUILERA, DANIEL TÉLIZ-ORTIZ y ANTONIO MORA-AGUILERA (2009). *Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (Carica papaya L.) sobre las epidemias de mancha anular en México*. redalyc.uaemex.mx/.../612/61221203/61221203.html

24. PRAMOD,G., SWAMI, A. PALANI and SRINIVAS, P. 2007. *Post-harvest diseases of papaya fruit in coimbatore markets*. Annals of Plant Protection Sciences Year. Volume:15, serie . 1. www.pestnet.org/.../tabid/2495/Default.aspx.
25. PSCHEIDT, J.W. 2007. *Disease Diagnosis and Control*. <http://www.extension.oregonstate.edu/deschutes/Horticulture>.
26. PURCIFULL, D., EDWARDSON, J., HIEBERT, E., and GONSALVES, D. 1993. Papaya ringspot virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 292 (No. 84) 8 pp. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html
27. PUTNAM, M. L. 1995. Evaluation of selected methods of plant disease diagnosis. Crop Protection 14 : 517-525.
28. TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH (TYFR). 2005. *Diseases of Carica papaya in New Delhi*. Department of Plant Pathology, AC&RI, T.N.A.U., Plant Pathology Section, College of Forestry and Hill Agriculture, Hill Campus, India. www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:...
29. WALLER, J. M., B. J. RITCHIE, and M. HOLDERNESS. 1998. Plant Clinic Handbook. CAB International, New York, NY.
30. WIKIPEDIA. 2007. La papaya *Carica papaya* L. es.wikipedia.org/wiki/Carica_papaya
31. YEH, S.D. y GONSALVES, D. (1993). *Papaya ringspot virus in fields grown with Carica papaya in Hawaii*. www.ctahr.hawaii.edu/nelsons/papaya/papaya.html.