

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFFECTO DE PRÁCTICAS COMBINADAS EN EL
CONTROL PREVENTIVO DEL VIRUS MANCHA ANILLADA
(PRSV) EN EL CULTIVO DE PAPAYO (*Carica papaya* L.)
VARIEDAD "PTM-331"**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JESSICA BRAVO MORALES

Tingo María - Perú

2011



H20

B81

Bravo Morales, Jessica

Efecto de Prácticas Combinadas en el Control Preventivo del Virus Mancha Anillada (PRSV) en el Cultivo de Papayo (*Carica papaya* L.) Variedad "PTM-331". Tingo María, 2011

97 h.; 22 cuadros; 18 fgrs.; 49 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1. CARICA PAPAYA L. 2. CONTROL PREVENTIVO-ENFERMEDAD 3. CULTIVO – PAPAYO 4. FERTILIZACION ALTA 5. RENTABILIDAD 6. PRODUCCION 7. PERU.

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida, amor, sabiduría, protección, y guiarme por el buen camino.

A mis queridos padres Inocencio y Genoveva, con el amor y cariño de siempre, mi eterno agradecimiento por su apoyo moral y abnegado sacrificio que hicieron posible mi formación profesional.

A mis hermanos: Maritza y Nino por su apoyo incondicional y compañía en cada etapa de mi vida.

A mi esposo e hijo: Edilberto y Gian Luigi con mucho amor, por ser mi fuente de superación y motivación.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater, en especial a los profesores de la Facultad de Agronomía, por su contribución en mi formación profesional.
- Al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP – Tingo María) por el financiamiento del presente trabajo de investigación y a todo el personal IIAP – Tingo María, por su amistad y apoyo técnico.
- Al Ing. Carlos Carbajal Toribio, docente de la UNAS, patrocinador del presente trabajo por el apoyo brindado durante la ejecución y por la valiosa orientación durante el desarrollo de mi tesis
- Al Ing. Oscar Cabezas Huayllas, co-patrocinador del presente trabajo, por su orientación y apoyo técnico.
- Al Dr. Rolando Ríos Ruiz, Blgo. José Gil Bacilio y al Ing. Luis Mansilla Minaya, miembros del jurado de tesis.
- A mis familiares, compañeros y amigos que estuvieron presentes apoyándome en todo momento.
- A todas las personas que en forma directa o indirecta hicieron posible el término del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Generalidades del cultivo de papayo	13
2.2. Fenología de la variedad PTM – 331	20
2.3. Patología del virus de la “mancha anillada del papayo”	21
2.4. Aspectos nutricionales del cultivo de papayo.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1. Ubicación del experimento	44
3.2. Historial del campo experimental.....	44
3.3. Condiciones del campo experimental	45
3.4. Análisis de suelo.....	45
3.5. Características climatológicas de la zona	47
3.6. Componentes en estudio.....	48
3.7. Tratamientos en estudio	49
3.8. Análisis estadístico	50
3.9. Disposición experimental.....	52
3.10. Ejecución del experimento.....	53
3.11. Evaluaciones realizadas	60

3.12. Variables observadas	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
4.1. Efecto del uso de diferentes prácticas para el control del PRSV en los caracteres biométricos del papayo.	66
4.2. Efecto del uso de trampas amarillas, aplicación de fertilización alta y aceite mineral en la incidencia del PRSV..	71
4.3. Rendimiento de frutos de papayo.	76
4.4. Análisis económico.....	80
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. RESUMEN.....	86
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	88
IX. ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del papayo durante el primer año de siembra.....	36
2. Cronograma de cultivos agrícolas en el campo experimental.....	45
3. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.....	46
4. Datos meteorológicos registrados durante la fase de campo.	47
5. Descripción de los tratamientos.	49
6. Análisis de variancia.	51
7. Escala de severidad para evaluar los síntomas del PRSV en frutos de papayo.	63
8. Efecto del uso de trampas amarillas, aplicación de fertilización alta y aceite mineral en algunos caracteres biométricos del cultivo de papaya con barrera vegetal.....	67
9. Efecto comparativo de algunos caracteres biométricos de plantas de papayo producidos en dos parcelas con y sin empleo de barreras vegetales de plátano y pasto king grass.	70
10. Efecto de trampas amarillas, prácticas agrícolas y la combinación en la incidencia acumulada del PRSV en papayo.	75
11. Rendimiento de frutos de papayo, con el uso de diferentes prácticas combinadas.	77

12. Análisis de rentabilidad de los tratamientos para el control del PRSV bajo un sistema de manejo integrado del papayo.....	82
13. Presupuesto general para la producción de papaya en condiciones epidémicas del PRSV bajo un sistema de manejo integrado.....	98
14. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de hojas de la planta de papayo hasta la producción.	100
15. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en la altura de la planta de papayo hasta la producción.....	101
16. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el diámetro de la planta de papayo hasta la producción.....	102
17. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de axilas florales de la planta de papayo hasta la producción.	103
18. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de frutos amarrados de la planta de papayo hasta la producción.	104
19. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de frutos cosechados de papaya.	105
20. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el rendimiento de papaya.	106

21. Producción de frutas en unidades y peso de acuerdo a los síntomas del PRSV bajo un sistema de manejo convencional.	106
22. Rendimiento de acuerdo a los síntomas en frutos en los tratamientos aplicados para el control del PRSV bajo un sistema de manejo integrado.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1.	Etapas fenológicas del papayo variedad "Papaya Tingo María 331" (PTM-331).....	20
2.	Efecto del uso de trampas amarillas en la incidencia del PRSV en unaplantación de papayo sembrada con plátano y pasto kinggrass como barreras.....	73
3.	Efecto de la fertilización alta, aplicación de aceite y su combinación en el porcentaje de incidencia del PRSV días después del trasplante en dos parcelas con y sin uso de trampas amarillas.....	76
4.	Porcentaje de frutos sanos y enfermos con PRSV obtenidos de una plantación de papayo sembrado en un sistema con barrera vegetal.....	79
5.	Detalle de una parcela experimental.....	108
6.	Untado de trampas amarillas con mezcla de aceite de motor y grasa amarilla.....	108
7.	Parcela testigo absoluto, con barrera natural, sin trampas amarillas y sin barreras de pasto y plátano.....	109
8.	Vista de la unidad experimental de la parcela con trampas amarillas y barreras vegetales.....	109

9.	Vista de la unidad experimental de la parcela sin instalación de trampas amarillas, con barrera de pasto king grass y plátano	109
10.	Croquis experimental.....	110
11.	Vista de barrera natural (caña brava) y barrera instalada de pasto y plátano.....	111
12.	Aplicación de aceite mineral, direccionada a frutos y hojas de papayo.....	111
13.	Síntoma del mosaico en hojas, causado por PRSV.....	112
14.	Síntomas de manchas de apariencia aceitosa en tallo y pedúnculos de papayo, causados por el PRSV.....	112
15.	Planta infectada con PRSV, con frutos de diferentes grados de severidad.....	112
16.	Planta infectada con PRSV, con frutos sanos.....	112
17.	Izquierda fruto con PRSV, derecha fruto sano	112
18.	Aborto de frutos producido por deficiencia.....	113

I. INTRODUCCIÓN

La "mancha anillada del papayo" (*Papaya Ringspot Virus*, PRSV) es la enfermedad limitante en la producción del cultivo de papayo (*Carica papaya* L.), en la mayoría de países productores (Hawai, Taiwán, Brasil, Tailandia, Las Islas del Caribe, Filipinas, y varios otros países, incluyendo el Perú). En el País la problemática actual es la rápida diseminación de este virus en sistemas de producción en monocultivo, siembras escalonadas, falta de implementación de técnicas apropiadas para disminuir su impacto, en las zonas tradicionalmente productoras, como el valle de Chanchamayo (Junin), Tocache (San Martín), Leoncio Prado (Huánuco), Aguaytia y Massisea en Ucayali y la migración de los productores a nuevas áreas tratando de escapar de este problema fitosanitario.

Investigadores en el Perú y otros países han venido ensayando diferentes métodos de control como la aspersion de aceite mineral, uso de trampas amarillas, uso de barreras, empleo de protección cruzada, el mejoramiento genético (tradicional) y la obtención de plantas transgénicas, con la finalidad de contrarrestar los efectos destructivos del PRSV.

El presente trabajo trató de validar algunas de estas prácticas para alcanzar el objetivo siguiente:

1. Evaluar el efecto independiente y combinado de las prácticas de fertilización alta y la aplicación de aceite mineral con y sin el empleo

de trampas amarillas en el control del PRSV-P en un sistema de producción de papayo con barreras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de papayo

El papayo (*Carica papaya* L.) es una herbácea arborescente muy poco lignificada y de crecimiento rápido. Asimismo, se considera una especie perenne ya que puede llegar a vivir aproximadamente 20 años (FDA, 1998).

El papayo es una planta de origen americano que posteriormente se ha extendido por amplias regiones tropicales y subtropicales del mundo, con una producción significativa en Brasil, Tailandia, Nigeria, India, México e Indonesia (RIVAS *et al.* 2008). Algunos autores ubican el centro de origen en la parte mexicana de América Central, mientras otros en las estribaciones y laderas bajas de los Andes Orientales y parte noroccidental de la cuenca amazónica de Ecuador, Colombia, Perú (FDA, 1998).

2.1.1. Características botánicas

El papayo según IBAR (1979) pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Vegetal
División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledónea
Sub-clase	:	Arquiclamidea
Orden	:	Parietales
Familia	:	Caricáceae

Género : *Carica*
Especie : *Carica papaya* L.

El papayo crece rápidamente y con relativa facilidad a partir de semillas y puede alcanzar los 3.5 m de altura. Las frutas están listas para ser cosechadas 9 - 12 meses después de la plantación (YEH *et al.* 2006; GIANESSI *et al.* 2002) y un árbol puede seguir produciendo frutos durante aproximadamente 2 - 3 años. Como el sexo de la planta no puede ser distinguido antes de la floración, normalmente se plantan juntos entre tres y cinco plántones y sólo las hembras o hermafroditas más vigorosas en floración son seleccionados y cultivados (YEH *et al.* 2006). Por su parte, FACHO (2004) refiere que la planta de papayo a una edad de 160 días tiende a estabilizar su altura de planta, debiéndose al inicio de la etapa de fructificación que ocasiona un bloqueo en el crecimiento de la planta por la mayor traslocación de nutrientes a los tejidos de reserva.

CALZADA (1980) refiere que el cultivo del papayo tiene características especiales que le dan ventajas frente a otros frutales, atribuibles a su gran precocidad, inicia su producción a los 7 meses en costa norte, 12 meses en costa central y 8 meses en selva, a diferencia de otros frutales que necesitan de 4 a 5 años.

La primera cosecha del papayo ocurre entre los 8 y 10 meses de edad de la planta (unos 7 a 8 meses después del trasplante, o unos 3 a 4 meses después de la floración) según la variedad y las condiciones de clima y

cultivo en que se ha desarrollado la plantación. Las plantas adultas son capaces de producir frutos de calidad aceptable durante varios años, pero comercialmente se cosecha por dos o tres años, dependiendo de las condiciones de sanidad del cultivo y la altura que hayan alcanzado las plantas (FDA, 1998).

La planta produce un promedio de 2 hojas por semana, desarrollándose aproximadamente hasta 100 hojas al año. Una planta adulta normal en su desarrollo posee alrededor de 30 hojas funcionales apta para ofrecer una buena fructificación (CASTRO *et al.* 2000), y se considera que 15 hojas es el mínimo con las cuales se puede desarrollar bien (GARCÍA y ESCOBAR, 2002).

CALZADA (1980) indica que un buen diámetro de tallo permite tener área para la presencia de una mayor cantidad de frutos por planta, además de evitar el acame. Asimismo el rendimiento parece estar directamente relacionado con el diámetro del tallo (MUÑOZ, 2004).

El fruto del papayo es una baya ovoide, cuya forma varía de casi esférica a oblonga o periforme, posee una cavidad que puede ser pequeña o mayor que la mitad del diámetro del fruto, la cavidad contiene las semillas que pueden ser muy numerosas o en algunos casos no existen. La pulpa es de color amarillo anaranjado o rojizo, succulenta y aromática, de sabor agradable y dulce. El látex de la fruta inmadura posee una enzima, la papaína, de

naturaleza proteolítica. La papaya es una fruta climatérica lo que quiere decir que la maduración continúa después de cosechado, produciendo cantidades significativas de etileno, conjuntamente con la presencia de un alto ritmo respiratorio (FAO, 2000).

2.1.2. Características ecológicas

El cultivo de papayo requiere precipitación pluvial de 1500 a 2000 mm/año y temperatura óptima de 18 – 20°C (ADRIAZOLA, 1999). Sin embargo, FRANCIOSI (1992) refiere que la temperatura ideal para su cultivo es de 25°C aproximadamente. Asimismo, se refiere que las condiciones óptimas de temperatura están entre 25° y 30°C, humedad relativa superior a 60% y precipitación de 2000 a 3000 mm distribuidas uniformemente en todo el año (SALAZAR, 2007).

El suelo requerido corresponde al tipo franco-limoso, suelo característico en la zona de Tingo María, no son recomendables del tipo franco-arenoso por el riesgo de ataque de nematodos (IIAP, 2000). Además, debe ser rico en materia orgánica, bien drenados, con pendiente menores de 25%, con altitud entre 0 y 800 (SALAZAR, 2007).

La SACT (2002), menciona que la profundidad del suelo es un aspecto importante para el desarrollo radicular, el anclaje y para la extracción sin dificultad de cantidades necesarias de aguas y nutrientes. Por otro lado, los excesos de humedad provocan amarillamiento en las hojas jóvenes, caída

prematura de flores y contribuyen a la pudrición radicular; mientras, las deficiencias de humedad provocan limitado crecimiento de la planta, envejecimiento acelerado de hojas y maduración prematura de frutas. En suelos arcillosos, mal manejados, el movimiento del agua es lento, pueden presentar acidez en su composición química, pH menor de 5.5 puede dificultar la absorción de fósforo y favorecer la solubilidad del aluminio y manganeso. En suelos muy alcalinos, pH 8 en adelante pueden ocurrir deficiencias de Zinc, hierro y otros microelementos.

Las primeras flores formadas caen por la presencia de lluvias en la fase de botón floral debido a que la humedad relativa ambiental, cuando está acompañada de lluvias abundantes afecta el cuajado de flores y los frutos producidos son de baja calidad (FRANCIOSI, 1992). Asimismo, la presencia de agua en las raíces por un período de 48 horas, puede causar daños fatales y baja considerable de la producción hasta la muerte de la misma (AZKUE, 2001 y SACT, 2002). Sin embargo, las plantas jóvenes toleran alguna sequía cuando recién se trasplantan al campo, pero cuando empieza la floración, con solo una semana de sequía, se produce caída de flores por tiempo considerable (ARANGO, 2000).

El papayo es muy sensible a los efectos del viento debido a su madera blanda y sus raíces de poca profundidad, sobre todo cuando se desarrolla en monocultivos (AUGSTBURGER *et al.* 2000).

Este frutal necesita abundante luz debido a su gran actividad fotosintética. Es imposible desarrollar plantaciones con restricciones de luz, pues las plantas serían alargadas y amarillas, sintomatología esta de desnutrición, lo que trae como consecuencia un inadecuado desarrollo de las plantas (VINIFEX, 2002).

2.1.3. Cosecha de la papaya

La papaya se cosecha en función del color de la cáscara y de la distancia al mercado. La fruta puede ser cosechada desde el estado verde-maduro, momento en que la fruta ha alcanzado su máximo desarrollo, la cáscara es dura, de color verde claro y se encuentra bien adherida a la pulpa que cambia de color blanco a ligeramente amarilla o rojiza, dependiendo de la variedad y las semillas se toman negras cuando fisiológicamente han madurado. A medida que se incrementa el color de la cáscara, la pulpa se vuelve más colorida y se torna más suave y aromática. Cuando toda la superficie de la fruta es de color amarillo y aparecen pequeñas manchas de color café, el fruto entra en la etapa de la sobremaduración iniciándose su deterioro. Para exportación se puede considerar la fruta hasta con un 40% de desarrollo de color en su superficie y un valor Brix de 10°-11.5°. Otros índices de madurez complementarios al color son la textura y el contenido de sólidos solubles 11.5% mínimo (FAO, 2000).

El grado brix, porcentaje de sólidos solubles o de azúcares, es un indicador de la madurez, generalmente las frutas se mercadean con un brix

de 9% para el mercado doméstico, y para el mercado internacional con 11% (FDA, 1998).

2.1.4. Composición química y valor alimenticio de la papaya

La pulpa de la fruta puede ser consumida fresca o preparada en dulces, jugos, helados, néctares, conservas, fruta seca dulce y fruta cristalizada. La papaya es fuente valiosa de vitaminas A y C (1093 a 2034 y 30 a 89.6 mg/100 g, respectivamente), calcio y fósforo (5.3 a 34.8 y 16 a 21.6 mg/100 g, respectivamente), tiene de 84.8 a 92.6% de agua, 0.2 a 0.8% de proteínas, 0.1 a 0.6% de grasas, 10 a 20% de azúcares, 0.2 a 1% de fibra. Sin embargo la composición del fruto depende de la variedad, el lugar donde se producen y el manejo de las plantas (FDA, 1998 y FAO, 2000).

El contenido de azúcares del fruto cambia de una variedad a otra en función de la fertilización y el suministro de agua a la plantación. Por lo tanto, en temporadas de sequía el nivel de azúcares aumenta, contrariamente en épocas lluviosas (FDA, 1998). Por otro lado, los frutos de papaya tienden a incrementar sus niveles de azúcares debido a la hidrólisis de los polisacáridos, este suceso ocurre hasta los 10 primeros días de almacenamiento postcosecha (ACOSTA *et al.* 2001).

Zhou *et al.* (2000), citados por MORA y BOGANTES (2004) indican, que la alta pluviosidad por encima de los 4000 mm anuales probablemente afecta el grado brix del fruto. Asimismo, la diferencias del brix

posiblemente están relacionadas con las fluctuaciones de la relación fuente-sumidero que se da a través del ciclo, la cual se sabe puede afectar los niveles de azúcares en papaya.

2.2. Fenología de la variedad PTM – 331

SALAZAR (2007) menciona que la variedad PTM-331 es el resultado de diez años de trabajos de selección y aislamiento de características favorables a través de la utilización de plantaciones iniciales en las zonas de Pumahuasi, Picuruyacu, Tulumayo y Tingo María; posteriormente en 1996–1997 se efectuaron cruzamientos con la variedad hermafrodita PTU–478 que se comportó como único polinizador a fin de homogeneizar el progenitor masculino y reducir la segregación. A continuación se presentan las etapas fenológicas de la variedad PTM-331 para la zona de Tulumayo, adaptado de FACHO (2004).

ETAPAS	Etapa vegetativa 70 días				Etapa reproductiva 200 días				Etapa de maduración 7 días		
FASES	Emergencia	Máxima emergencia	Primera hoja típica	Trasplante	Inicio de botón floral	Inicio de floración	Inicio de fructificación	Plena floración	Desarrollo de fruto	Maduración	
		0	1		2	3	4		5		
		Cultivar									
PTM-331	10	14		36	44	72	127	141	192	274	281

Figura 1. Etapas fenológicas del papayo variedad “Papaya Tingo María 331” (PTM-331).

La variedad PTM-331 presenta un porte semienano en las fases de floración y fructificación, esto representa una ventaja que se establece en la precocidad de planta para comenzar a producir antes del año y la facilidad de cosecha. Esta variedad tiene una curva de crecimiento de forma sigmoideal; y un buen desarrollo en condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo; presentan un mínimo de 20 y 40 hojas en las fases de floración y fructificación respectivamente (FACHO, 2004). Asimismo, se caracteriza por producir frutos medianos (1.3 a 2.9 kg) de pulpa amarilla anaranjada, de buen sabor y aroma, y alcanza rendimientos de 25 a 35 t ha⁻¹ (SALAZAR, 2007).

FACHO (2004) reportó para la variedad PTM-331 una producción de 34899 frutos con 53.4 t ha⁻¹ año⁻¹, con un peso promedio de fruto de 1.5 kg. Asimismo, según el IIAP (2000) esta variedad produce frutos con peso promedio de 2.5 kg; producción estimada por año de 36000 kg ha⁻¹; productividad por planta de 65 kg año⁻¹; y se le considera como “tolerante” a enfermedades virósicas.

2.3. Patología del virus de la “mancha anillada del papayo”

El Virus de la Mancha Anular del Papayo (VMAP) se le conoce a nivel mundial como PRSV por sus siglas en inglés de *Papaya Ringspot Virus*. Taxonómicamente pertenece a la familia Potyviridae y al género Potyvirus (SEMILLAS DEL CARIBE, 2009).

2.3.1. Distribución geográfica

El virus se encuentra en la mayoría de las áreas donde se siembra papaya y cucúrbitas. La cepa "p" incluye a Estados Unidos, Sur América, países caribeños, India, China, Medio Oriente Taiwan, Africa y Okinawa. La cepa "w", se encuentra en los mismos países, y en Francia, Alemania y Australia (CHIRIBOGA, 2000).

2.3.2. Taxonomía

Este virus pertenece de la familia Potviridae, del género Potyvirus, su nombre es *Papaya Ringspot Virus*, en español Virus Anular de la Papaya y las siglas más utilizadas son PRSV. Se han encontrado dos tipos de Papaya Ringspot Virus: PRSV-p (Cepa p) y PRSV-w (Cepa w). El PRV-p puede infectar a Caricáceas y Cucúrbitáceas; mientras que el PRV-w solo infecta cucúrbitáceas (CHIRIBOGA, 2000).

2.3.3. Morfología y citopatología

La partícula viral es larga, filamentosa y flexible cuya longitud promedio es de 800 nm con un diámetro de 12 nm (Yeh *et al.* 1984; citado por ELVIR, 2004). Los viriones se encuentran en todas partes en planta; en el citoplasma y en vacuolas de la célula. El virus induce inclusiones celulares cilíndricas e inclusiones amorfas en el citoplasma de la célula hospedera. Las inclusiones no contienen viriones. El genoma consiste de ARN, unipartito. El tamaño total es de 12 kb y su replicación no depende de otro virus (CHIRIBOGA, 2000).

2.3.4. Epidemiología

El PRSV-P se transmite por áfidos (Homoptera: Aphididae), principalmente *Aphis nerii*, *A. gossypii*, *A. spiraecola* (*A. citricola*) y *Macrosiphum euphorbiae* en forma no persistente (RIVAS *et al.* 2008). El método de transmisión de los virus más comunes y económicamente más importantes en el campo es a través de insectos vectores del orden Homoptera y específicamente los áfidos, son los vectores más importantes de los virus que infectan a las plantas y transmiten la gran mayoría de todos los virus (AGRIOS, 1999).

Según FERERES (2000) la propagación de enfermedades causadas por virus no persistentes tiende a ser rápida, incluso un pequeño número de áfidos pueden propagar rápidamente esos virus y rara vez hay una relación directa entre la densidad de población de pulgones en el cultivo y la tasa de propagación de virus. Además, principalmente las especies no colonizadoras participan en la propagación de virus no persistentes.

Según VEGAS *et al.* (2004) el biotipo PRSV-P es transmitido por 11 géneros y 21 especies de áfidos. *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* son los vectores naturales más importantes de este virus, cuyo modo de transmisión se denomina no persistente, lo cual significa que el virus persiste pocas horas a 20°C y es llevado en el aparato bucal o estilete del áfido hasta que el insecto se alimenta de la próxima planta.

FERERES (2000) menciona que los áfidos al aterrizar en una planta primero tienden a hacer pruebas muy cortas y superficiales de exploración, para el reconocimiento de una planta huésped adecuada y un sitio de alimentación apropiado y la transmisión del virus ocurre cuando este es llevado en el aparato bucal del áfido mientras se alimenta de una planta infectada, y transferida de sus partes bucales a una planta sana durante la siguiente alimentación o prueba. Para algunas combinaciones virus-áfido, este proceso puede requerir menos de un minuto; así mismo, el virus se reproduce en la planta y los áfidos simplemente ayudan a transportarlos (GIANESSI *et al.* 2002; AGRIOS, 1999).

Según PERRING *et al.* (1999) los áfidos que comúnmente muestrean la planta mediante cortos sondeos de prueba, pueden ser incapaces de hacer distinciones sobre la composición química de la superficie de la planta sin primero probar, lo que ayuda a explicar por qué son eficientes vectores de los virus de transmisión no persistente.

2.3.5. Sintomatología

Las plantas afectadas por el PRSV-P presentan síntomas de mosaico, deformación foliar, amarillamiento, manchas aceitosas en pecíolos, tallos y frutos; así mismo, el síntoma típico es la formación de manchas anulares en el fruto y eventual deformación del mismo; mientras que, las plantas con infecciones tempranas reducen severamente su crecimiento y

puede anular su producción, y las plantas adultas disminuyen su dosel y defolian exponiendo los frutos a quemaduras por el sol (RIVAS *et al.* 2008).

Los síntomas van a variar en intensidad dependiendo del tipo de cepa que cause la infección, temperatura del ambiente, vigor y desarrollo fisiológico de las plantas. El PRSV tipo P en plantas infectadas exhibe inicialmente clorosis en las hojas más jóvenes en aproximadamente 2 a 3 semanas, aclaramiento de venas, rugosidad y moteado en la lamina foliar. En estado avanzado de la enfermedad hay deformación y reducción en la lámina foliar, la cual se puede tornar extremadamente filiforme (CASTAÑO *et al.* 1994).

HERNÁNDEZ *et al.* (2004) refieren que las pérdidas están estrechamente asociadas con la edad de la planta al momento de la infección, y con la velocidad de cambio de la tasa epidémica de dispersión del virus. Cuando los daños ocurren en etapas tempranas de desarrollo, éstos se acumulan de manera más severa, reduciendo drásticamente el rendimiento y la calidad de la fruta comercial. Sin embargo, si se logra reducir la tasa epidémica para mantener una incidencia y severidad bajas durante los primeros 4 a 7 meses después del trasplante, hasta alcanzar la etapa de fructificación y crecimiento de fruto (5 a 6 cm de longitud), la planta conserva suficiente vigor para permitir producción y calidad aceptables, y generar utilidad significativa.

A medida que la enfermedad avanza hay poco desarrollo de las hojas y de la planta en general; ocurre una disminución en la cantidad de frutos cuajados y se observa un desarrollo anormal de los que logran formarse. Es notoria la disminución del rendimiento y de los grados brix en comparación con las frutas sanas (VINIFEX, 2002). La mancha anillada en la fruta es generalmente evidente después que la infección ha estado presente por un largo periodo de tiempo (GIANESSI *et al.* 2002).

Generalmente los síntomas aparecen dos o tres semanas después de la inoculación, cabe hacer notar que temperaturas debajo de los 20°C favorecen el desarrollo de la enfermedad (SEMILLAS DEL CARIBE, 2009).

En general, los virus hacen que disminuya la fotosíntesis de la planta al reducir el nivel de la clorofila, la eficiencia que tiene esta molécula fotosintética y el área foliar por planta (VICENTE, 1979). Por lo común, los virus disminuyen la cantidad de sustancias reguladoras del crecimiento (hormonas) de la planta, con frecuencia al inducir un aumento en las sustancias inhibidoras del crecimiento. La disminución de nitrógeno soluble durante la rápida síntesis del virus es un fenómeno común en las enfermedades virales de las plantas, y en el caso de los mosaicos el nivel de los carbohidratos en los tejidos de la planta disminuyen en forma drástica (AGRIOS, 1999).

2.3.6. Medidas de prevención y control

AGRIOS (1999) indica que la mayoría de las infecciones primarias y más severas son iniciadas por virus transmitidos por áfidos provenientes del exterior del campo, todas las medidas como la colocación de trampas verticales pegajosas, cultivos trampa limítrofes en el campo o películas reflectoras de polietileno, que retrasan la llegada o reducen el número de áfidos en el cultivo, retrasan la aparición y propagación del virus y reducen las pérdidas que ocasiona la enfermedad. Por otro lado, es conveniente evitar la asociación con cultivos de las familias cucurbitáceas y solanáceas, que son reservorio de áfidos transmisores de la enfermedad y pueden ser reservorio del virus (VEGAS *et al.* 2004). Además, si se retrasa el proceso de infección mediante el control del virus, se consigue mayor vigor de las plantas por tiempos más largos, y se retarda el efecto deletéreo del virus sobre la calidad y cantidad de frutos producidos (SÁNCHEZ *et al.* 2000).

A continuación se describen las principales medidas de prevención y control del virus:

a) Diseño, densidad de siembra y eliminación de plantas

El diseño del cultivo es muy importante ya que debe ser utilizado como una estrategia para poder lograr buenas cosechas conviviendo con el VMAP (SEMILLA DEL CARIBE, 2009). Por su parte, Gonsalves (1994), citado por CHIRIBOGA (2000) encontró que la cantidad de infección primaria aumenta en forma inversa con la distancia entre plantas, a menor distancia de

plantas o de lotes infectados mayor y más rápido va a ser la infección al resto del lote.

La práctica de eliminación de plantas enfermas tiene gran importancia por lo tanto, se deben utilizar poblaciones de más de 2500 plantas por hectárea, con la finalidad de ir eliminando las plantas que presenten los síntomas de la enfermedad tan pronto vayan apareciendo, hasta 10% del total del número de plantas que constituyen la plantación, desde la siembra hasta la floración, y de esta manera prevenir el contagio, buscando llegar al momento de cosecha con una población adecuada para obtener buenos rendimientos (AGRIOS, 1999; SEMILLAS DEL CARIBE, 2009 y VEGAS *et al.* 2004).

b) Siembra de barreras

Una de las medidas más recomendables para controlar estos virus se basa en evitar su entrada en el cultivo, interfiriendo con la actividad del vector. La siembra de barreras es un método de control cultural que ha sido ensayado con algunos resultados contradictorios. Se basa en la propiedad que tienen ciertos cultivos para actuar como sumidero de virus no persistentes. Este tipo de virus se transmite por pulgones tras pruebas cortas (<5 minutos). Los pulgones pierden su potencial vectorial tras realizar pruebas de este tipo. Al colocar un cultivo inmune al virus y de gran porte bordeando otro cultivo susceptible, se puede conseguir reducir la incidencia de virosis (AVILLA *et al.* 1996).

Las barreras vivas se deben colocar antes o durante el trasplante y deben de ser renovadas antes que se sequen buscando mantenerlas durante todo el ciclo productivo. Estas barreras pueden ser tratadas con insecticidas residuales sistémicos para combatir a los áfidos en forma preventiva (SEMILLAS DEL CARIBE, 2009).

Una medida práctica es sembrar maíz o sorgo forrajero intercaladas en la plantación, plantas más atractivas para los áfidos que el papayo, y al alimentarse limpian el estilete de partículas virales (SEMILLAS DEL CARIBE, 2009 y VEGAS *et al.* 2004). Asimismo, durante 1986 se evaluó la incidencia y severidad del PRSV en plantas de papaya de color morado y plantas verdes (normal), en lotes separados por el uso de barreras de jamaica (*Hibiscus sabdarifa* L.) dispuesta en bandas cruzadas. Los resultados mostraron que existía un período de protección de 129 días, debido que al terminar el ciclo de la jamaica la enfermedad se dispersó más rápido (HERNÁNDEZ *et al.* 2000). Las barreras de jamaica interfieren físicamente con el movimiento horizontal de áfidos potencialmente transmisores y la coloración rojiza de tallos, pecíolos y brácteas florales, ejercen un efecto repelente contra estos (RIVAS *et al.* 2008).

El efecto positivo de las barreras vegetales en retrasar el inicio y progreso de las epidemias, no se reflejó en la reducción de la severidad final. Esto puede explicarse por la interferencia negativa de las barreras vegetales sólo con la diseminación del virus entre plantas (medida a través de

la incidencia) y no con el proceso de patogénesis (medido a través de la severidad) una vez que ha ocurrido una transmisión exitosa (RIVAS *et al.* 2008).

c) Control de malezas

La malas hierbas compiten por nutrientes, agua y luz, son hospederas de plagas y enfermedades dañinas, especialmente de áfidos, transmisores de enfermedades perjudiciales para el cultivo, particularmente el virus de la mancha anular del papayo, es por esto que reviste gran importancia lograr durante todo el ciclo del cultivo la ausencia de malezas (SEMILLAS DEL CARIBE, 2009). Una vez que el PRSV aparece en un área, no puede ser erradicado debido a que los hospederos secundarios mantienen la enfermedad pero no exhiben síntomas (GIANESSI *et al.* 2002).

d) Control de insectos vectores

Las plantas pueden estar a salvo de ciertos virus protegiéndolas de los vectores de esos patógenos. El control de los insectos vectores y la erradicación de las malezas que les sirven de hospedantes es útil para controlar a la enfermedad. La aplicación de insecticidas para controlar los insectos portadores de bacterias y esporas de hongos ha tenido un gran éxito y con frecuencia se recomienda para controlarlos de manera eficiente (AGRIOS, 1999). Sin embargo, el control de esas enfermedades mediante la erradicación de los insectos vectores con insecticidas una vez que han llegado a los cultivos, rara vez ha demostrado ser un método de control adecuado (AGRIOS,

1999; AVILLA *et al.* 1996; GIANESSI *et al.* 2002). Esto se da probablemente a que, incluso mediante un control eficiente de los insectos, muchos de ellos sobreviven durante periodos lo suficientemente largos como para propiciar la diseminación del patógeno. Sólo han tenido éxito la utilización de algunos piretroides en los que se ha comprobado que pueden interferir en el proceso de adquisición. No obstante, se ha logrado disminuir en forma considerable las pérdidas que ocasionan esas enfermedades mediante el control de sus insectos vectores, por lo que siempre es necesario llevar a la práctica un eficiente control de los insectos (AGRIOS, 1999; AVILLA *et al.* 1996).

e) Utilización de trampas de color

Para realizar el estudio de la dinámica de vuelo, incluyendo el simple conocimiento de presencia o ausencia o de haberse alcanzado umbrales mínimos, se recurre al uso de trampas, las cuales proporcionan también interesantes datos para la mejora del conocimiento afidofaunístico. Estas trampas están basadas en la atracción que ejerce sobre los pulgones el color amarillo de aproximadamente 500 a 600 nm de espectro de absorción luminosa (NIETO y SECO, 1990).

La altura de las trampas debe ser ligeramente mayor a la altura de las plantas y separadas entre si por unos 10 a 15 m y cada 3 o 4 hileras. El color amarillo es muy atractivo para los insectos, quedando atrapados por la sustancia que las cubre (SEMILLA DEL CARIBE, 2009).

El uso de trampas amarillas cubiertas con material adhesivo se ha utilizado exitosamente en la reducción no química de poblaciones altas de áfidos (FDA, 1998). Hay que considerar además que la atracción que sienten los pulgones no es siempre la misma, dependiendo de las especies. Para las especies que son atraídas eficientemente por el amarillo, los datos de capturas de trampas de este tipo y de ejemplares presentes en los cultivos, tienen una aceptable correlación (FRANCIOSI, 1992.).

f) Aceites minerales

El uso de aceites minerales es promisorio en el control de enfermedades virales transmitidas en forma no persistente. Diversas hipótesis explican el modo de interferencia de los aceites sobre la transmisión de virus por áfidos: El aceite modifica la fisiología general de la planta, provoca disturbios en las células inoculadas, e interfiere con el acoplamiento e incremento de partículas virales en el estilete de los áfidos (RIVAS *et al.* 2008).

Además, otros sugieren dos hipótesis para el efecto de los aceites en la transmisión de virus vegetales: a) El aceite puede modificar la carga de los estiletes, impidiendo la adsorción o elusión de las partículas virales; b) Las propiedades inhibitorias de los aceites pueden resultar de sus propiedades aislantes eléctricas, que pueden evitar el cambio de cargas entre las partículas virales, las partes bucales del áfido y las células vegetales (VINIFEX, 2002). Según PERRING *et al.* (1999), el contacto labial y del estilete

con los aceites, que se produce durante la prueba del follaje tratado, podría inhibir la adquisición del virus o su liberación desde los estiletes.

La aplicación de aceites agrícolas al follaje proporciona un buen nivel de protección contra la transmisión del virus de forma no persistente por medio de áfidos pero se requiere de aplicaciones frecuentes cada 7 días con equipos específicos que atomicen las gotas aplicadas. Este método de control es costoso y cuando la aplicación no se hace correctamente, se corre el riesgo de provocar toxicidad al cultivo (FDA, 1998).

En años recientes, se ha logrado controlar con éxito la transmisión de los virus mediante insectos al interferir sobre la capacidad de los áfidos vectores para adquirir y transmitir esos patógenos, más que al destruir a los insectos mismos. Esto se ha logrado al asperjar las plantas varias veces y en cada estación con aceites minerales de clase fina, que al parecer tienen poco efecto sobre el comportamiento de la alimentación de los áfidos y no son tóxicos para ellos, pero que interfieren con la transmisión de los virus transmitidos por áfidos en forma no persistente, semipersistente e incluso persistente (AGRIOS, 1999).

Mosqueda *et al.* (1990), citado por HERNÁNDEZ *et al.* (2000) menciona que se realizaron diversos trabajos con aspersion de aceites vegetales y dosificaciones de citrolina como limpiador del estilete del áfido, con el propósito de reducir la diseminación de la virosis en el cultivo de papayo.

Para ello hicieron aplicaciones de citrolina a 1.5; 2 y 2.5% y de cártamo y girasol a 2.5%, determinando que de todos los aceites, sólo la citrolina al 2% logró retrasar hasta 105 días la aparición de la enfermedad. Sin embargo, la fitotóxicidad debida a la acumulación de citrolina, combinada con altas temperaturas (>38°C) puede causar quemaduras extensivas en la planta y defoliación prematura en las hojas de las plantas (RIVAS *et al.* 2008).

Los aceites minerales actúan por contacto (SURANYI, 1999), por lo tanto, muchos factores pueden contribuir a los efectos fitotóxicos de los aceites en plantas. Ellos incluyen déficit de humedad en las hojas, alta humedad, alta temperatura, tratar follaje muy tierno, variabilidad genética de las plantas, o cuando las plantas se encuentran bajo sequía u otro estrés (HOME, 2000). Por su parte, PRIMO y CARRASCO (1980) indican que las hojas pueden sufrir alteraciones fisiológicas, quemaduras o abscisión, al serles aplicados los aceites minerales. Además, los aceites pueden también penetrar en los estomas de las hojas y dificultar la transpiración.

2.3.7. Manejo integrado del PRSV

La estrategia de manejo integrado está basada en el uso conjunto de prácticas que individualmente logran retrasar la incidencia de la enfermedad. De León y Becerra (1991) citados por HERNÁNDEZ *et al.* (2000) evaluaron esta estrategia, la cual comprendía el incremento en la densidad de siembra (2178 plantas ha⁻¹), aplicación de citrolina al 2% y pirimicarb 50% PH, así como la eliminación de plantas con síntomas iniciales de la enfermedad,

siembra de una barrera de maíz alrededor del cultivo y control de malezas y plantas hospedantes de áfidos y reservorios del virus. Este manejo retrasó la epidemia por 5 meses aún cuando los áfidos estuvieron presentes en el cultivo.

HERNÁNDEZ *et al.* (2000) indica que en un estudio en el cual compararon la incidencia y severidad de la enfermedad con manejo convencional y con manejo integrado de plagas (MIP), utilizando la variedad cv. Maradol. El MIP incluía el uso de barreras vegetales de maíz (*Zea mays*) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), aspersiones de citrolina al 1.5% cada diez días, plantas sanas al trasplante, densidad de 2200 plantas ha⁻¹ y eliminación semanal de plantas enfermas. En el manejo convencional la densidad de siembra fue de 1600 plantas ha⁻¹. Estos investigadores encontraron que en la parcela manejada con MIP la enfermedad se hizo aparente hasta después de la floración (175 días después del trasplante), llegando a un 59.5% y 1.1, de incidencia y severidad respectivamente, mientras que los valores alcanzados en el manejo convencional, fueron de 93.4% de incidencia y 3.1 de severidad. El MIP ha dado resultados importantes en cuanto al retraso y la disminución de la incidencia de esta enfermedad, pero no se ha documentado el aporte individual de algunas de las prácticas que conforman este manejo. Esto se debe a que inicialmente esta estrategia incluía diferentes prácticas, de las cuales algunas se han eliminado, por su difícil implementación y su poca contribución a la reducción del problema. No obstante, es necesario generar esta información para descartar la práctica que tenga menor contribución pero mayor impacto en los costos de producción.

2.4. Aspectos nutricionales del cultivo de papayo

2.4.1. Extracción de nutrientes

Por cosecha de 50 t de papaya se calcula que la pérdida de nutrientes por hectárea por año es la siguiente: Nitrógeno (N) 100 kg, Fosfato (P) 40 kg y Potasio (K) 60 kg (AUGSTBURGER *et al.* 2000).

VASQUEZ (2000) refiere que la acumulación de materia seca producida en la parte aérea del papayo es creciente y constante, alcanzando al final del primer año del cultivo un aproximado de 4000 kg ha⁻¹, con una densidad de 1650 plantas. En el Cuadro 1 se puede apreciar la extracción de nutrientes en forma detallada.

Cuadro 1. Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del papayo durante el primer año de siembra.

Macronutrientes (kg ha ⁻¹)		Micronutrientes (g ha ⁻¹)	
Nitrógeno	110.1	Boro	122.4
Fósforo	10.4	Cobre	33.0
Potasio	103.6	Fierro	379.2
Calcio	40.9	Manganeso	246.0
Magnesio	17.0	Molibdeno	0.2
Azufre	12.0	Zinc	131.2

Fuente: Cunha (1980) citado por VASQUEZ (2000).

MUÑOZ (2004), menciona que el nitrógeno, fósforo y el potasio influyen sobre el diámetro del tallo. Dentro de ciertos límites, a mayor cantidad

disponible de estos elementos mayor será el diámetro del tallo; de igual modo, el rendimiento parece estar directamente relacionado con el diámetro del tallo.

a) Nitrógeno

DOMÍNGUEZ (1990) y GUERRERO (1996), mencionan que la mayor parte de los suelos tienen un grado de fertilidad relativamente bajo de nitrógeno, incluso para las explotaciones agrícolas con un nivel de intensidad media, de aquí que sea necesario el suministro sistemático de nitrógeno a los cultivos, para obtener niveles de producción adecuados en la mayor parte de la explotación. Las pérdidas de nitrógeno es debido al efecto neto de la remoción por las cosechas, así mismo cuando los fertilizantes nitrogenados se aplican a superficies alcalinas se pueden producir pérdidas de nitrógeno en forma de gas NH_3 , proceso llamado volatilización y que puede ser mayor a temperaturas altas y ciertas condiciones de humedad, a manera similar ocurre con la urea, por lo que es necesario aplicar cuando las temperaturas sean bajas y regar inmediatamente después de ser aplicados.

RODRÍGUEZ (1982) refiere que el nitrógeno participa en la formación de los aminoácidos, y a partir de ellos se iniciará la síntesis de los prótidos y las proteínas vegetales; constituye un elemento plástico por excelencia, por lo que el nitrógeno es considerado clave para la producción de proteínas, azúcares, grasas y vitaminas. Además, participa en la formación de las hormonas y ácidos nucleicos (como formación hereditaria), así mismo es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de clorofila

tiene un papel en el proceso de la fotosíntesis, es decir en la producción de material orgánico a partir del CO₂ del aire.

El suministro adecuado de nitrógeno en el cultivo de papayo permite producir más biomasa, mayor florecimiento y mejores rendimientos. La deficiencia de este elemento favorece el aborto floral y la formación de frutos escasos y pequeños. La fertilización nitrogenada se refleja principalmente en un rápido crecimiento y en un mayor número de frutos producidos por planta. A mayores dosis de nitrógeno se produce un mayor engrosamiento del tallo. Si embargo, el exceso de nitrógeno está asociado a la producción excesiva de brotes laterales vigorosos pero improductivos, además estas plantas tienden a retrasar su floración y a producir frutos a mayor altura en el tallo (FDA, 1998).

La deficiencia de éste elemento se manifiesta en el rendimiento bajo de un cultivo, incluso antes de la manifestación sintomática; el primer síntoma que se presenta es la clorosis, la cual es manifestada en hojas viejas que trasladan sus nutrientes a las hojas jóvenes. El exceso de nitrógeno, trae como consecuencia la prolongación del ciclo vegetativo, la maduración de los frutos, los cultivos se hacen sensibles a enfermedades, así mismo disminuye la absorción de fósforo, potasio, cobre y otros elementos (RODRÍGUEZ, 1982).

Las plantas de papayo deficientes en N, comienzan a mostrar amarillamiento cuando alcanzan 5 a 6 meses de edad afectando probablemente la floración y cuajado de frutos. La deficiencia de este elemento

produce el cambio de color de la hoja verde oscuro a verde amarillento o tornándose el follaje uniformemente amarillo conforme el problema se hace más agudo. Las hojas deficientes en N son menos lobuladas; en general, el crecimiento de la planta se reduce. El diámetro del tallo en plantas deficientes medido a 15 cm del suelo es sensiblemente menor que en plantas normales; los frutos producidos por estas plantas son de menor tamaño, de color amarillo pálido y con gotitas de exudado de cáscara (IBAR, 1979).

b) Fósforo

La mayor disponibilidad de fósforo aumenta también el número de frutos producidos por planta, el diámetro de tallo o altura de la planta pueden ser mayores, pero no hay efecto significativo en el tiempo de florecimiento (FDA, 1998).

La deficiencia de P se manifiesta primero en las hojas adultas, las cuales se presentan moteaduras a lo largo de los márgenes que conforme avanza la deficiencia, se vuelven necróticas; así mismo, los ápices de los lóbulos y los márgenes de las hojas se enrollan hacia arriba. Finalmente estas hojas se vuelven amarillas por completo y se desprenden. Las hojas jóvenes por el contrario, son oscuras y se quedan pequeñas. El aspecto general de un papayo deficiente en fósforo es su crecimiento reducido, forma enanizada, tallos muy delgados y entrenudos cortos. Las aplicaciones de fósforo tienden a incrementar el número de frutos cosechados pero no influyen sobre la producción de fruta comercializable. La fertilización fosfórica incrementa la

concentración de este elemento mineral en el pecíolo así como de N y Mn mientras que disminuye la presencia de los constituyentes Ca, S y Cu (IBAR, 1979).

c) Potasio

El potasio juega un papel clave en el crecimiento del fruto y en su acumulación de azúcares, por lo tanto, es muy importante su disponibilidad en niveles adecuados después de la floración (FDA, 1998).

Cuando el papayo es deficiente en potasio, las hojas adultas muestran un aspecto de color bronceado en los tejidos internervales, las plantas muestran un aspecto similar al de una planta deficiente en agua; las hojas inferiores se presentan caídas y forman un ángulo de inclinación mayor de 90° en su inserción en el tallo mientras que las hojas normales forman un ángulo agudo en dicha inserción. En etapas posteriores, las hojas viejas toman un color amarillo verdoso con una ligera necrosis en el margen de sus lóbulos más profundos. Las hojas tienen la tendencia de secarse de las puntas hacia dentro. Al igual que sucede con el N, los incrementos en la cantidad de potasio aplicado aumentan el número de frutos por planta y su peso individual. Al aumentarse la fertilización potásica aumenta la concentración de K en el pedúnculo tendiendo al equilibrio nutricional con N, P, Ca, Mg, Na y B, dándose como consecuencia el fortalecimiento del pedúnculo, evitando la caída de frutos o flores a consecuencia de un debilitamiento o enfermedad (IBAR, 1979).

FACHO (2004), con mayores niveles de N 130 kg ha⁻¹ y K₂O 190 kg ha⁻¹ obtuvo en esta variedad (PTM-331) 142.1 cm en promedio de altura a los 115 días después del trasplante, el cual se podría deber a un exceso de nitrógeno, fósforo y potasio ocasionando cierta toxicidad en la planta puesto que el exceso de potasio da lugar a una deficiencia de magnesio disminuyendo la fotosíntesis en la planta por ser parte esencial de la molécula de clorofila.

d) Calcio

El calcio tiene gran influencia en el crecimiento vegetativo del papayo y su deficiencia es más común en suelos ácidos. El calcio también está relacionado con la resistencia de las plantas jóvenes a enfermedades del suelo, sobre todo causados por hongos *Phytophthora* y *Pythium* (FDA, 1998).

2.4.2. Influencia de la nutrición sobre las enfermedades y sus vectores

Según MARSCHNER (1995), por lo general, los factores nutricionales que favorecen el crecimiento de la planta hospedera también favorecen la multiplicación viral, esto es cierto particularmente para el nitrógeno y fósforo; sin embargo, él mismo refiere que las relaciones entre la nutrición mineral y las enfermedades virales frecuentemente no son claras. En plantas deficientes la estimulación del crecimiento por el suministro de nutrientes minerales puede conducir a la eliminación de los síntomas de enfermedades virales debido a que las plantas crecen más que la enfermedad, ó los síntomas son escondidos. En muchos casos el estado nutricional mineral de la planta

hospedera puede influenciar las enfermedades virales indirectamente vía los vectores. Se asume que cerca del 60% de los virus vegetales son esparcidos por los áfidos, y la severidad de los ataques vegetales por los áfidos es afectada fuertemente por el estado nutricional vegetal, por ejemplo, al producir poblaciones densas y alteraciones en la intercepción lumínica y humedad dentro de una población.

VELASCO (1999) afirma que el efecto que puede causar un nutrimento en plantas enfermas por virus, depende del tipo y estado de desarrollo de la planta, el tipo de virus, las condiciones ambientales tanto para la planta como para el patógeno, el manejo del cultivo y la disponibilidad de los nutrimentos. Dichos factores determinan en gran medida que un mismo nutrimento estimule o contrarrestre el efecto del virus en las plantas.

Huber (1980, 1981) citado por VELASCO (1999) indica que el fósforo es esencial para la multiplicación de los virus un exceso de éste puede incrementar la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades virósicas. Asimismo Thomas y Mclean (1967) citados por el mismo autor; observaron que con un bajo nivel de concentración de P en la solución nutritiva balanceada hubo menor expresión de síntomas del Virus mancha anillada del Tabaco en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y cuando se mantuvo en cantidades normales observaron un incremento en la expresión de síntomas.

Campillo *et al.* (1981) citados por VELASCO (1999); estudió el efecto de la fertilización NPK en plantas de papa infestadas con el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV); encontrando que en ausencia de P el rendimiento disminuyó 40% y 70%. En presencia de PLRV el rendimiento disminuyó más de 50% en comparación con las plantas sanas.

Velasco (1990) citado por VELASCO (1999); observó que la fertilización creciente en plantas de Chile de agua aumentó el porcentaje de plantas enfermas por el enchinamiento o mosaico causado por un geminivirus; atribuyéndose a que el suministro de fertilizantes permitió a la planta alcanzar un vigor vegetativo que favoreció el desarrollo de la enfermedad; en cambio, cuando el vigor vegetativo fue deficiente, la incidencia de la enfermedad en la planta disminuyó. El rendimiento de frutos (en fresco) incrementó a medida que se aumentó la fertilización, sin embargo se abatió cerca del 50% del rendimiento promedio por efecto de la enfermedad.

2.4.3. Experiencias sobre fertilización

Resultados experimentales en Tulumayo (Perú), evaluando niveles de N-K en el cultivo de papayo (*Carica papaya* L.) variedad "PTM-331" se encontró que la mayor producción de frutos por hectárea, a una densidad de 3 x 2 m. fue obtenida por el tratamiento combinatorio de 120, 90 y 90 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ y K₂O respectivamente, el cual tuvo un rendimiento de 83827.9 kg ha⁻¹ en un periodo de 11.5 meses de cosecha, del mismo modo registro un índice de rentabilidad de 348.3%, siendo el tratamiento más rentable, (CALLIRGOS, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el fundo agrícola del Centro de Investigación y Producción de Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). El CIPTALD se encuentra ubicado en el kilómetro 25 a la margen izquierda de la Carretera Marginal Tingo María – Aucayacu, ubicado en el Caserío de Tulumayo perteneciente al distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu), provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Se ubica según coordenadas 18L 0385397 y 8990216 UTM; con una temperatura promedio anual de 25.3°C, altitud media de 565 m.s.n.m y una humedad relativa de 84.6%. Ecológicamente se encuentra en una zona de vida Bosque Muy Húmedo - Sub Tropical (bmh-ST).

La presente investigación tuvo una duración aproximada de 16 meses en la fase experimental comprendida entre abril del 2008 al 30 de julio del 2009.

3.2. Historial del campo experimental

El experimento se instaló en una “purma baja”; y anteriormente se instalaron diferentes cultivos agrícolas según el cronograma siguiente:

Cuadro 2. Cronograma de cultivos agrícolas en el campo experimental.

Año	Especie Cultivada
2007	Papayo, maíz y cocona.
2006	Purma baja.
2005	Purma baja – maní.
2004	Plátano isla – purma.
2003	Plátano isla.
2002	Plátano isla.
2001	Papayo.

3.3. Condiciones del campo experimental

El terreno presenta suelos de origen aluvial y una topografía ligeramente ondulada, con algunas depresiones. Asimismo, al inicio de la investigación presentaba vegetación natural baja, malas hierbas, rodeada de caña brava, lo cual constituyó una primera protección contra los vectores del PRSV provenientes del exterior. Por otro lado, el campo experimental tiene antecedentes de incidencia de virus (MANSILLA, 2008).

3.4. Análisis de suelo

El suelo al inicio del experimento (Cuadro 3) tenía una textura franco arcillo arenoso; con un bajo contenido de materia orgánica (1.7%), de pH ligeramente ácido (6.5); en general el suelo es considerado de baja fertilidad, presentando una baja concentración de nitrógeno (0.1%), fósforo disponible

(6.8 ppm) y K₂O disponible (296 kg ha⁻¹); sin contenido de CaCO₃ y muy baja capacidad de intercambio catiónico (5.76 cmol⁽⁺⁾/kg).

Cuadro 3. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Componentes	Contenido	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	52.00	Hidrómetro
Limo (%)	23.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	25.00	Hidrómetro
Clase textural	Franco arcillo arenoso	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	6.50	Potenciométrico
Ca CO ₃ (%)	0.00	Gasó – Volumétrico
M.O. (%)	1.70	Walkley y Black
N total (%)	0.08	% M.O. x 0.045
Fósforo disponible (ppm)	6.80	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg ha ⁻¹)	296.00	H ₂ SO ₄ 6N
C.I.C. (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	5.76	Acetato de amonio 1N
Ca cambiable (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	3.90	E.A.A.
Mg cambiable (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.80	E.A.A.
K cambiable (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	1.00	E.A.A.
Na cambiable (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.06	E.A.A.

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

3.5. Características climatológicas de la zona

Los datos meteorológicos son los promedios mensuales en el tiempo que duró el experimento (Cuadro 4); estos fueron registrados en la Estación Climatológica de SENAMHI en Tulumayo.

Cuadro 4. Datos meteorológicos registrados durante la fase de campo.

Año	Meses	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Precipitación (mm)
		Máxima	Mínima	Promedio		
2008	Junio	29.6	19.2	24.4	84.0	143.9
	Julio	29.9	19.2	24.6	86.0	266.8
	Agosto	31.1	20.2	25.7	82.0	69.6
	Septiembre	31.1	19.4	25.3	84.0	118.4
	Octubre	31.2	20.2	25.7	82.0	242.5
	Noviembre	31.8	21.1	26.5	81.0	112.5
	Diciembre	30.1	21.1	25.6	85.0	281.2
2009	Enero	29.6	20.0	24.8	86.0	339.0
	Febrero	29.6	20.8	25.2	86.0	407.9
	Marzo	29.8	20.6	25.2	87.0	279.8
	Abril	29.8	20.4	25.1	86.0	206.4
	Mayo	30.0	20.7	25.4	86.0	372.6
Total		363.6	242.9	303.5	1015.0	2840.6
Promedio		30.3	20.2	25.3	84.6	236.7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Estación Meteorológica Tulumayo.

Las características climáticas del campo experimental corresponden al de un clima de Bosque Muy Húmedo Sub-tropical, con una temperatura promedio de 25.3°C, la cual es favorable para el cultivo ya que según FRANCIOSI (1992), para el buen desarrollo del papayo se requiere una temperatura media de 25°C. La precipitación promedio fue de 236.7 mm por mes considerada como adecuada por estar dentro del rango requerido por el cultivo (166 a 250 mm por mes); asimismo, la humedad relativa mostró cambios debido a las variaciones pluviales, las que se encontraron en un nivel favorable promedio de 84.6%.

3.6. Componentes en estudio

En el estudio se utilizó semilla de papayo (*Carica papaya* L.) de la variedad "PTM-331".

Uso de trampas amarillas (A)

Con trampas amarillas (a₁)

Sin trampas amarillas (a₂)

Prácticas agrícolas (B)

Fertilización alta (b₁)

Aplicación de aceite mineral (b₂)

Fertilización alta + Aplicación de aceite mineral (b₃)

Testigo (b₄)

3.7. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio consistieron en el uso combinado de trampas amarillas, aceite mineral y fertilización alta.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos.

N°	Clave	Descripción
1	a ₁ b ₁	Con trampas amarillas (CT) + fertilización alta (FA)
2	a ₁ b ₂	Con trampas amarillas (CT) + aplicación de aceite (AC)
3	a ₁ b ₃	Con trampas amarillas (CT) + fertilización alta (FA) + aplicación de aceite (AC)
4	a ₁ b ₄	Con trampas amarillas (CT) + testigo (T ₀)
5	a ₂ b ₁	Sin trampas amarillas (ST) + fertilización alta (FA)
6	a ₂ b ₂	Sin trampas amarillas (ST) + aplicación de aceite (AC)
7	a ₂ b ₃	Sin trampas amarillas (ST) + fertilización alta (FA) + aplicación de aceite (AC)
8	a ₂ b ₄	Sin trampas amarillas (ST) + testigo (T ₀)

1, 3, 5, y 7= Fertilización alta (180-150-135, N - P₂O₅ - K₂O); 2, 4, 6 y 8= Fertilización normal (120-100-90 N - P₂O₅ - K₂O). Testigo (T₀): Con fertilización normal y sin aplicación de aceite.

Los tratamientos descritos en el Cuadro 5, fueron protegidos con barreras vegetales de plátano isla y pasto king grass. Por otro lado se consideró la instalación de una parcela sin barrera vegetal (SB) testigo absoluto con una fórmula de abonamiento de 120-100-90 (N - P₂O₅ - K₂O), que fue ubicada, a más de 400 m. de las parcelas tratadas y recibió un manejo convencional sin la instalación de trampas amarillas, sin aplicación de aceite mineral y fertilización alta

3.8. Análisis estadístico

Los tratamientos fueron distribuidos en un Diseño de Parcelas Divididas, en Bloques Completos al Azar con dos parcelas y 4 sub parcelas. Las características evaluadas se sometieron al análisis de varianza para cada experimento y la significación estadística se determinó por la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$); la comparación de la parcela con barrera y sin trampas amarillas con respecto a la parcela sin barrera se realizó usando el diseño completamente al azar. El modelo matemático para el diseño de parcelas divididas fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + B_k + Y_{ik} + \sigma_j + (\alpha\sigma)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta obtenida en el k-ésimo bloque, sujeta al i-ésimo uso de trampas amarillas con la j-ésima aplicación de prácticas agrícolas.

μ = Efecto de la media general.

α_j = Efecto del i-ésimo uso de trampas amarillas a nivel de parcelas.

B_k = Efecto del k-ésimo bloque.

Y_{ik} = Efecto aleatorio del error a nivel de parcelas.

σ_j = Efecto de la j-ésima aplicación de prácticas agrícolas a nivel de sub parcelas.

$(\alpha\sigma)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo uso de trampas amarillas con la j-ésima aplicación de prácticas agrícolas.

E_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental a nivel de sub parcela, asociado a la observación Y_{ijk} .

Para:

$i = 1, \dots, t$ = Parcelas con uso de trampas amarillas.

$j = 1, \dots, r$ = Sub parcelas con aplicación de prácticas agrícolas.

$k = 1, \dots, r$ = Bloques.

En el Cuadro 6 se muestra los grados de libertad para cada una de las fuentes de variación del estudio.

Cuadro 6. Análisis de variancia.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad
Parcelas:	
Bloques	2
A (Uso de trampas amarillas)	1
Error (a)	2
Total parcelas	5
Sub parcelas:	
B (Prácticas agrícolas)	3
AB	3
Error (b)	12
Total sub parcelas	23

3.9. Disposición experimental

Bloques

Número de bloques	:	3
Largo de bloque	:	40 m
Ancho de bloque	:	14 m
Área de bloque	:	560 m ²
Calle entre bloques	:	1.5 m
Número de calles	:	2 m

Parcelas

Número de parcelas	:	2
Largo de parcela	:	56 m
Ancho de parcela	:	24 m
Área total de la parcela	:	1344 m ²
Calle entre parcelas	:	9
Número total de sub parcelas	:	24

Distanciamiento de siembra

Distanciamiento entre plantas	:	2 m
Distanciamiento entre hileras	:	2 m

Densidad de siembra

Número de plantas por sub parcela	:	20
Número de plantas evaluadas por parcela	:	6
Número de plantas bloque	:	80
Número de plantas evaluadas por bloque	:	24
Número de plantas en el experimento	:	80

Número de plantas evaluadas/experimento	:	80
Área total del experimento		
Largo	:	88 m
Ancho	:	42 m
Área total	:	3696 m ²
Área del testigo absoluto (tres parcelas)	:	432 m ²
Total	:	4128 m²

3.10. Ejecución del experimento

3.10.1. Obtención y selección de semillas

Las semillas fueron proporcionadas por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), filial Tingo María. Se eligió la variedad PTM-331 por ser un material mejorado con alta uniformidad, estabilidad en caracteres cualitativos y cuantitativos, certificada, registrada y protegida por INDECOPI (2007), siendo los obtentores el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y el Ing. Carlos Carbajal Toribio.

3.10.2. Instalación del vivero

La instalación del vivero se realizó a unos 20 m del terreno definitivo con estructura de bambú de 1.5 m de alto por 1 m de ancho y 17 m de largo, sobre la cual se colocó una malla antiáfida de 4 m de ancho por 17 m de largo. Con esta malla se aislaron los plantones de los áfidos vectores durante su permanencia en el vivero, con el fin de asegurar que se llevarían al campo plantones sanos. Se llenaron bolsas de 2 Kg con suelo del mismo

campo, desinfectado con Furadán 5G (0.5 g / bolsa) para prevenir el ataque de nemátodos e insectos. El 2 de mayo del 2008 se realizó la siembra, colocando 5 a 6 semillas desinfectadas con Parachupadera 740 PM (Flutolanil + Captan) en cada bolsa, y regándolas periódicamente durante los dos meses que se mantuvieron en el vivero.

Las plantas emergieron a los 14 días y se realizaron deshierbos constantes, así como el deshije para dejar 3 ó 4 plántulas por bolsa. Además, se realizaron tres aplicaciones de Parachupadera para combatir la chupadera en los tallos debido a las intensas lluvias de la zona. La malla antiáfida generaba un autoclima negativo para las plántulas no favoreciendo su adecuado crecimiento muriéndose algunas plántulas a 1 mes de sembrado.

3.10.3. Arado y muestreo del suelo

El campo definitivo se trabajó con el arado de discos y de rastra dos meses antes de la siembra. El muestreo se realizó previo al trasplante, tomando muestras al azar de todo el terreno, a una profundidad de 20 cm. Estas sub-muestras se mezclaron para obtener una sola de 1 kilogramo de tierra que se dejó secar bajo sombra y posteriormente se analizó en el Laboratorio de análisis de suelos de la UNAS.

3.10.4. Demarcación del terreno

El estaqueado del terreno para el trasplante de papayo se realizó el 26 de junio. El distanciamiento elegido fue de 2 x 2 m, lo cual

constituye una alta densidad de siembra ($2500 \text{ plantas ha}^{-1}$), buscando llegar al momento de la cosecha con una población adecuada para la producción, ya que se efectuaría la eliminación de plantas infectadas (roguing) como práctica complementaria. Sin embargo, la densidad de siembra real fue de $1670 \text{ plantas ha}^{-1}$, debido al espacio ocupado por los cultivos intercalados y de borde (plátano isla y pasto king grass).

3.10.5. Poceado y trasplante

El trasplante y poceado se realizó los días 3 y 4 de julio del 2008, dos meses después de la siembra; el poceado se realizó abriendo hoyos de $0.3 \times 0.3 \times 0.3 \text{ m}$ y seguidamente se colocó la planta sin bolsa en el hoyo tratando que la planta esté en forma vertical al suelo y las raíces no se tuerzan. Finalmente se apisonó para que no se formen bolsas de aire.

Las intensas lluvias provocaron muertes de plantas por pudrición radicular sobre todo en la parcela donde se instalaron las trampas amarillas, por lo que después de 15 días de realizado el trasplante se hizo el recalce.

3.10.6. Instalación de cultivos de barrera

Como cultivos de barrera se usó el plátano isla y el pasto king grass; el plátano se sembró dos meses antes del trasplante del papayo, y el pasto un día antes del trasplante de papayo; la siembra de plátano se ideó del trabajo realizado por MANSILLA (2008). La instalación del pasto king grass lo recomienda el Centro Internacional de la papa, donde además se buscó la

obtención de una producción adicional que redujera los costos, de modo que este sistema funcionara también como cultivo asociado.

a). Instalación de plátano isla

Aproximadamente dos meses antes de la siembra de papayo se pocearon hoyos de 0.3 x 0.3 x 0.3 m y se desinfectaron 110 hijuelos de plátano isla de 1 a 3 kg de peso con Furadán líquido 4 F al 0.2%, previamente mondados y obtenidos de una plantación cercana. La siembra de los hijuelos se realizó el 5 de mayo 2008, incorporando 40 g de superfosfato triple de calcio y 10 g de Furadán granulado al hoyo. Este cultivo de barrera se sembró por líneas separando tratamientos en todo el experimento, a un distanciamiento de 3 m entre plátanos y 4 m al lugar más próximo donde se sembraría una planta de papaya.

b). Instalación del pasto king grass

La instalación del pasto king grass (*Saccharum sinense*) se realizó 1 día antes del trasplante del papayo, se sembró una hilera de pasto alrededor de todo el experimento y separando bloques y parcelas como una segunda barrera viva y entre el plátano y el cultivo de papayo a instalarse, con un distanciamiento de 0.6 entre estacas en las dos filas paralelas al plátano y 1 m entre estacas para separar bloques, sembrando una estaca con tres nudos por golpe.

El 29 de agosto 2008 se realizó la primera poda de pasto king grass, debido al excesivo número de hijuelos; 3 meses después se eliminó una hilera de las barreras vivas de pasto, con el objetivo de evitar sombreamiento. Durante el experimento cuando el pasto alcanzó su máxima altura, se tuvo problemas de competencia con las plantas de papayo al generar sombreamiento, y proliferan rápidamente teniendo que realizar podas cada 15 días.

3.10.7. Aporque

El aporque se realizó en tres oportunidades con el fin de levantar la altura del suelo alrededor de cada planta y evitar que la humedad afecte las raíces. Se aprovecharon las fechas de aporque para las labores de cultivo y abonamiento.

3.10.8. Control de malezas

Se realizó en forma manual y mensualmente durante los primeros 4 meses después del trasplante y cada dos meses a partir de entonces, aprovechando las ocasiones en que se aporcó.

3.10.9. Fertilización

El plan de fertilización para las unidades experimentales que no incluyen la fertilización alta se basó en las recomendaciones de CALLIRGOS (2005), basada en la fórmula 120-100-90. Las fuentes de fertilización fueron urea (46% de N), superfosfato triple de calcio (46% de P_2O_5) y cloruro de potasio (60% de K_2O). El fraccionamiento fue el siguiente: todo el fósforo se aplicó 15 días después del trasplante, juntamente con 1/3 del nitrógeno y

potasio; los 2/3 restantes del nitrógeno y potasio se aplicaron a la floración y a los 9 meses del trasplante.

Para prevenir la deficiencia de Boro y disminuir la formación de "Bola Bola" en los frutos se aplicó 4 g. de Solubor (20.8% B) por planta.

3.10.10. Selección y eliminación de plantas masculinas

Considerando que debe quedar una planta en cada golpe, se eliminaron las plantas débiles y las de sexo masculino con una navaja, a 5 cm del suelo aproximadamente, entre los 4 y 5.5 meses de edad (durante el mes de setiembre y la quincena de noviembre), para dejar una sola de sexo femenino. En la mayoría de los casos no se tuvo que realizar esta labor ya que teníamos por golpe una sola planta por lo que se prefirió dejar sin importar que fuera masculina para realizar evaluaciones de incidencia del PRSV.

3.10.11. Eliminación de plantas infectadas

La eliminación de las plantas infectadas se realizó desde que se observó la primera planta con síntomas del virus hasta el inicio de la producción en función de la manifestación de los síntomas virales del PRSV en las plantas, coincidiendo con la evaluación de la incidencia, no eliminando más del 10% de la población. Las plantas infectadas fueron retiradas del perímetro del experimento. Posteriormente y desde entonces se eliminaron las plantas infectadas sólo cuando se tenía la certeza que no producirían por haber sido

severamente afectadas por el PRSV, y se dejaron los restos machacados en el lugar.

3.10.12. Poda fitosanitaria

A partir del inicio de producción se eliminaron periódicamente las hojas secas colgadas, los frutos enfermos y caídos de la planta, para evitar la propagación de hongos como *Colletotricum* o *Asperisporium*. Así mismo, se realizó una poda muy leve de las hojas de las barreras de plátano que sobresalían y proyectaban sombra a los papayos.

3.10.13. Instalación de trampas amarillas

Poco después del trasplante se instalaron 12 trampas amarillas, una por cada unidad experimental, en la segunda parcela experimental, confeccionados a base de plásticos amarillos de 50 x 33 cm amarrados a soportes de caña brava, a la altura de planta y untadas con una mezcla de aceite de trasmisión de grado 90 y grasa amarilla Golden como material pegante de las trampas amarillas, recomendado por MANSILLA (2008).

El mantenimiento o renovación de estos materiales pegantes se realizó mensualmente, hasta enero del año 2009, fecha en que fueron retiradas, es decir 12 meses después de su instalación, teniendo en cuenta que la aplicación del material pegante incrementa los costos. El levantamiento de las trampas amarillas se realizó de acuerdo al crecimiento de las plantas.

3.10.14. Aplicación del aceite mineral

Se realizaron 10 aplicaciones foliares de aceite mineral Triona 5, desde el 10 octubre, hasta el 11 de enero del año 2009, el periodo entre una y otra aplicación fue de 10 días sin presentarse fitotoxicidad. Se utilizó la dosis de 2%, siguiendo las recomendaciones del producto, esto es 4 L/200 L de agua.

3.10.15. Aplicación de la fertilización alta

Se realizó la aplicación de urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, adicionando el 50% más que la fórmula recomendada por CALLIRGOS (2005), es decir 180 N – 150 P₂O₅ – 135 K₂O.

3.11. Evaluaciones realizadas

3.11.1. Número de hojas

El conteo del número de hojas funcionales se realizó mensualmente en 6 plantas por tratamiento a partir de los 15 días después del trasplante hasta el inicio de la producción.

3.11.2. Altura de la planta

La altura de 6 plantas de cada tratamiento se registró desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo. Esta evaluación se realizó mensualmente a partir de los 15 días del trasplante hasta el inicio de producción.

3.11.3. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo de 6 plantas de cada tratamiento se midió a una altura de 15 centímetros del suelo. La evaluación se realizó mensualmente a partir de los 15 días del trasplante, hasta el inicio de la producción.

3.11.4. Número de axilas florales

La cantidad de flores se contabilizó indirectamente a través del número de axilas florales visibles de 6 plantas de cada tratamiento. Esta evaluación se realizó mensualmente a partir de la floración plena hasta el inicio de producción.

3.11.5. Número de frutos amarrados

El número de frutos amarrados son aquellos sin vestigios florales y se contabilizó en 6 plantas por tratamiento. Esta evaluación se realizó mensualmente a partir de 6.5 meses de edad del papayo hasta el inicio de producción.

3.11.6. Número de frutos cosechados

Los frutos se cosecharon después de haber alcanzado la madurez fisiológica en función de la coloración de la superficie del fruto; para ello se consideró 6 plantas por tratamiento.

3.11.7. Estimación de rendimiento del cultivo

El rendimiento del cultivo se calculó en función de la cantidad en peso de frutos producidos por tratamiento y a partir de ella se realizó una proyección de la cantidad en kg ha⁻¹ de cultivo para una densidad de 1670 plantas ha⁻¹.

3.11.8. Incidencia de la enfermedad

A partir del trasplante, se registraron semanalmente el número de plantas que mostraban los síntomas evidentes del PRSV (mosaico, atrofia y ampolladuras en las hojas, manchas aceitosas en el pedúnculo de las hojas, tallos y frutos). Con estos datos se calculó el porcentaje de incidencia según la formula siguiente:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}}$$

A partir de estos datos se calcularon las proporciones acumuladas en el tiempo para cada tratamiento, sumando las proporciones de incidencia de las evaluaciones semanales.

3.11.9. Severidad de daños del PRSV en frutos cosechados

Se registró la severidad de los síntomas de cada fruto cosechado por tratamiento, de acuerdo a la escala sugerida por Mansilla (2008), el cual se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Escala de severidad para evaluar los síntomas del PRSV en frutos de papayo.

Síntomas	Características
Sano	Sin síntomas visibles en la superficie del fruto
Tenues	0.1-1% de manchas (puntos o anillos), apenas perceptibles.
Leves	2 a 5% de manchas
Moderados	6 a 10% de manchas
Regulares	11 a 20% de manchas anilladas o puntos
Fuertes	21 a 50% de manchas acentuadas o de coloración blanca
Muy fuertes	Más de 50% de manchas de coloración blanca y con el fruto visiblemente afectado

Fuente: MANSILLA (2008)

La determinación de la severidad del síntoma tuvo en realidad una base estrictamente subjetiva, debido a que la intensidad varía según muchos factores, como la planta, luminosidad, el tamaño del fruto y patógenos secundarios que podrían tener que ver con la coloración blanca de las manchas anilladas.

3.11.10. Estimación de análisis económico

Se realizó el análisis de ingresos y egresos para determinar la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos, en base a los recursos que se utilizaron durante el ciclo y los productos obtenidos. Se determinó de la siguiente manera:

Valor de producción (VP)

$$VP = PT \times P$$

Donde:

PT = Producto total (rendimiento de fruto).

P = Precio de cada unidad de producción.

Rendimiento neto (RN)

$$RN = VP - CT$$

Donde:

CT = Costos totales (costos fijos + costos variables).

Índice de rentabilidad (IR)

$$IR = (RN / CT) \times 100$$

Relación Beneficio / Costo (B/C)

$$B/C = VP / CT$$

Para los cálculos se consideró el promedio de los precios durante el periodo de realización del presente trabajo.

3.12. Variables observadas

- a) Efecto de fertilización alta, aplicación de Triona y trampas amarillas en el número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, número de axilas florales y número de frutos amarrados en las parcelas con manejo técnico; así mismo se evaluó estas mismas variables en una parcela sin un manejo técnico (testigo absoluto)
- b) Efecto de fertilización alta, aplicación de Triona y trampas amarillas en el número y peso de los frutos cosechados (rendimiento).

- c) Cuantificación de la producción comercializable de acuerdo a los síntomas en frutos.
- d) Análisis económico

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del uso de diferentes prácticas para el control del PRSV en los caracteres biométricos del papayo.

Según los resultados mostrados en el Cuadro 8, la práctica del uso de trampas amarillas no influye estadísticamente en ninguno de los factores biométricos de la planta de papayo (número de hojas, altura, diámetro de tallo, N° de axilas florales, N° de frutos amarrados y N° de frutos cosechados por planta); asimismo, AGRIOS (1999) afirma que su uso está orientado para disminuir la población de insectos vectores que visitan a la plantación. Además, los áfidos por lo general no colonizan a las plantas de papayo, por lo que su daño se restringe a lo ocasionado por la picadura de prueba.

Al comparar, los valores biométricos obtenidos en el T8 (testigo de la parcela sin trampas) con los reportados para la misma variedad por FACHO (2004), son menores en un 48%, 21% y 33% para los caracteres de número de hojas, altura de planta y diámetro de tallo respectivamente. El año de evaluación de estos caracteres, corresponden al 2000-2001, años en que en el Alto Huallaga no se había aún diagnosticado la presencia del PRSV. Sin embargo, estas diferencias pueden deberse a factores de clima, suelo y estabilización de las características de la variedad.

Cuadro 8. Efecto del uso de trampas amarillas, aplicación de fertilización alta y aceite mineral en algunos caracteres biométricos del cultivo de papaya con barrera vegetal.

Factores		Número de hojas	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Nº axilas florales	Nº frutos amarrados	Nº de frutos cosechados
Parcela con barrera vegetal	a ₁ (con trampas)	18.8 ^a	171.6 ^a	7.3 ^a	14.2 ^a	12.4 ^a	8.0 ^a
	a ₂ (sin trampas)	22.2 ^a	162.7 ^a	7.1 ^a	14.2 ^a	14.3 ^a	9.4 ^a
Efecto de la aplicación de una alta fertilización y aceite mineral	b ₁ (FA)	20.1 ^a	164.8 ^{ab}	7.3 ^a	15.3 ^a	14.0 ^a	8.4 ^a
	b ₂ (AC)	20.1 ^a	170.2 ^{ab}	6.8 ^a	12.8 ^a	12.5 ^a	8.5 ^a
	b ₃ (FA+AC)	21.8 ^a	176.6 ^a	7.5 ^a	14.7 ^a	13.0 ^a	8.3 ^a
	b ₄ (Testigo)	19.8 ^a	157.2 ^b	7.2 ^a	13.9 ^a	13.8 ^a	9.6 ^a
Efecto individual y combinado de trampas amarillas, fertilización alta y aceite mineral	a ₁ x b ₁ =T ₁ (CT+FA)	21.0 ^{bc}	174.2 ^{ab}	8.0 ^a	15.7 ^a	13.9 ^a	9.0 ^a
	a ₁ x b ₂ =T ₂ (CT+AC)	18.6 ^{cd}	172.3 ^{ab}	6.8 ^{ab}	12.7 ^a	11.0 ^a	7.1 ^a
	a ₁ x b ₃ =T ₃ (CT+FA+AC)	18.7 ^{cd}	184.5 ^a	7.1 ^{ab}	14.9 ^a	11.6 ^a	6.9 ^a
	a ₁ x b ₄ =T ₄ (Testigo de CT)	16.8 ^d	155.6 ^b	7.4 ^{ab}	13.5 ^a	13.0 ^a	9.0 ^a
	a ₂ x b ₁ =T ₅ (ST+FA)	19.3 ^{bcd}	155.5 ^b	6.6 ^b	14.8 ^a	14.1 ^a	7.8 ^a
	a ₂ x b ₂ =T ₆ (ST+AC)	21.6 ^{abc}	168.0 ^{ab}	6.8 ^{ab}	13.0 ^a	14.1 ^a	9.8 ^a
	a ₂ x b ₃ =T ₇ (ST+FA+AC)	24.9 ^a	168.6 ^{ab}	8.0 ^a	14.6 ^a	14.3 ^a	9.7 ^a
	a ₂ x b ₄ =T ₈ (Testigo de ST)	22.8 ^{ab}	158.8 ^b	7.0 ^{ab}	14.2 ^a	14.6 ^a	10.3 ^a
Coeficiente de variabilidad (Trampas amarillas)		14.9%	15.8%	20.8%	21.6%	21.6%	24.4%
Coeficiente de variabilidad (FA y AC)		9.5%	7.2%	9.5%	20.0%	20.0%	18.9%

FA= Fertilización alta, AC= aplicación de aceite; Testigo= Sin FA y AC.

CT = con trampas amarillas; ST = sin trampas amarillas; Testigo= Sin FA y AC.

Valor promedio en una misma columna con diferente superíndice presentan un efecto significativo (P<0.05).

MANSILLA (2008), quien evaluó estos mismos caracteres en un periodo en el cual el PRSV se encontraba en plena expansión epidémica en el Alto Huallaga; reportó 22 hojas, 175 cm de altura y 7.1 de diámetro por planta; valores que son semejantes a los obtenidos en este ensayo.

Las diferencias entre los valores obtenidos en un periodo de ausencia del PRSV (FACHO, 2004) y presencia epidémica (MANSILLA, 2008) no deben ser atribuibles necesariamente a la presencia del PRSV, dado que las condiciones de manejo (densidad, fertilización y época de siembra) fueron diferentes; además, el sistema de siembra empleado por FACHO fue sin barreras vegetales que puedan generar algún nivel de competencia por nutrientes o espacio con el cultivo el papayo.

Así mismo al comparar los datos obtenidos en los caracteres de número de axilas florales, frutos amarrados y frutos cosechados con los reportados por MANSILLA (2008), es superior en 5% para el número de axilas florales e inferior en 29% y 35% para los frutos amarrados y cosechados respectivamente.

CALLIRGOS (2004), reporta un promedio de 40 frutos cosechados por planta en un periodo de 11 meses de cosecha, mientras que en el presente trabajo está en un rango de 7 a 11 frutos por planta pero sólo en 6 meses de cosecha. La mayor producción reportada por CALLIRGOS (2004), en relación a los obtenidos en el presente trabajo puede además deberse no solo al mayor

periodo de cosecha, sino la no presencia endémica del PRSV y al sistema de monocultivo que empleo que efectiviza la actividad del polinizador.

El efecto individual y combinado de la práctica de aplicación de una fertilización alta (180-150-135), aspersion de aceite mineral (2%) y el uso o no uso de trampas amarillas tienen ligeras diferencias estadísticas sólo para los parámetros biométricos de número de hojas, altura de planta y diámetro de tallo. No existe ninguna influencia estadística sobre el número de axilas florales, número de frutos amarrados y número de frutos cosechados.

La aspersion de aceite mineral (AC) en las parcelas con trampa (CT), sin trampa (ST) con y sin aplicación de fertilización alta no tiene un efecto significativo en el incremento de los caracteres biométricos evaluados; además, el aceite mineral no ejerció ningún efecto fitotóxico porque no se observaron quemaduras o abscisión en las hojas tal como fue reportado por HOME (2000), PRIMO y CARRASCO (1980).

En el Cuadro 9, se observan valores biométricos en las plantas de papayo sembrados en dos parcelas: una con barrera vegetal de plátano y pasto king grass entre las subparcelas, y otra parcela sin plantas barrera.

Cuadro 9. Efecto comparativo de algunos caracteres biométricos de plantas de papayo producidos en dos parcelas con y sin empleo de barreras vegetales de plátano y pasto king grass.

Caracteres	Con barrera*	Sin barrera**	CV
Número de hojas	22.2 ^a	21.8 ^a	10.2%
Altura de planta (cm)	162.7 ^a	139.2 ^a	12.8%
Diámetro de tallo (cm)	7.1 ^a	7.1 ^a	12.6%
Nº axilas florales	14.2 ^a	17.2 ^a	14.0%
Nº frutos amarrados	14.3 ^a	17.6 ^a	17.2%
Nº de frutos cosechados	9.4 ^b	15.5 ^a	12.8%

* Parcela sin trampas amarillas

** Promedio obtenido en la parcela adicional, testigo absoluto (TA)

Según los resultados obtenidos, los valores biométricos en ambos tipos de siembra (con y sin barrera vegetal) no difieren estadísticamente excepto para el carácter de número de frutos cosechados. La parcela sin barrera obtuvo un mayor número de frutos cosechados caso contrario a lo encontrado por HERNÁNDEZ *et al.* (2010) quien en una parcela de MIP (manejo integral con barreras de maíz, alta densidad de siembra) reportó un mayor número de frutos (6.8 planta⁻¹) al primer corte, mientras que la parcela tradicional (sin barreras) 4.1 frutos planta⁻¹

Este suceso contradictorio puede atribuirse a la agresividad que presenta el pasto king grass, teniendo cierta competencia por nutrientes y luz. MANSILLA (2008), reportó que el número de frutos cosechados en una parcela con barreras de plátano y maíz fue en promedio de 15 frutos por planta en 7 meses de cosecha mientras que en nuestro estudio solo obtuvimos 9.4

debiéndose entonces a la mala disposición de la barrera pasto king grass, el reducido número de plantas por parcela neta y el deficiente accionar de los polinizadores.

4.2. Efecto del uso de trampas amarillas, aplicación de fertilización alta y aceite mineral en la incidencia del PRSV

Al comparar el efecto del uso de las trampas amarillas en la incidencia del PRSV, se observa que las primeras plantas infectadas se presentan más tempranamente 175 ddt (días después del trasplante) en la parcela en las que se colocaron trampas amarillas, mientras que en la parcela sin trampas las primeras plantas infectadas recién se evidenciaron a los 361 ddt. En la parcela con trampas el porcentaje incidencia de PRSV va aumentando progresivamente desde 2.6% a los 175 ddt hasta alcanzar un 38.5% a los 392 ddt; mientras que en la parcela sin trampas las primeras plantas infectadas se evidenciaron a los 361 ddt con un 3.6% y llegando al final del experimento con sólo un 5.7% a los 392 ddt (Cuadro 10 y Figura 2); mientras que MANSILLA (2008), quien empleo en todos sus tratamientos trampas amarillas; observó que las primeras infecciones a los 77 ddt y alcanzando a los 308 ddt una incidencia de 95%.

La menor incidencia de PRSV en relación al trabajo de MANSILLA (2008), puede deberse al momento de desarrollo epidemiológico de la enfermedad, que según CABEZAS (comunicación personal), el desarrollo epidémico de la enfermedad en la provincia de Leoncio Prado se inicio a fines

del año 2004 y haciendo desaparecer cultivos comerciales a fines del año 2007. La ejecución del presente trabajo ha sido de junio 2008 a mayo del 2009, periodo en que la enfermedad era endémica y la no existencia de plantaciones comerciales acondicionó una disminución significativa de la fuente de inóculo primario; aun cuando se ha reportado a las cucurbitáceas como plantas hospedantes de la raza PRSV-p, son menos importantes para el desarrollo epidémico de esta enfermedad. Además, esta parcela experimental fue la única existente a varios kilómetros a la redonda. VEGAS *et al.* (2004), reporta un 100% de infección en zonas endémicas cuando se suspendió las aplicaciones de aceite agrícola.

El hecho de tener mayor incidencia de PRSV con el uso de trampas amarillas contradice la recomendación técnica de muchos autores que recomiendan esta práctica como método de control. En este caso, las trampas amarillas pueden estar contribuyendo en atraer los áfidos transeúntes incrementando de esta manera la densidad del insecto que favorece la transmisión del virus; FERERES, (2000) afirma que existe una relación directa entre la densidad de poblacional del vector en el cultivo y la tasa de propagación del virus.

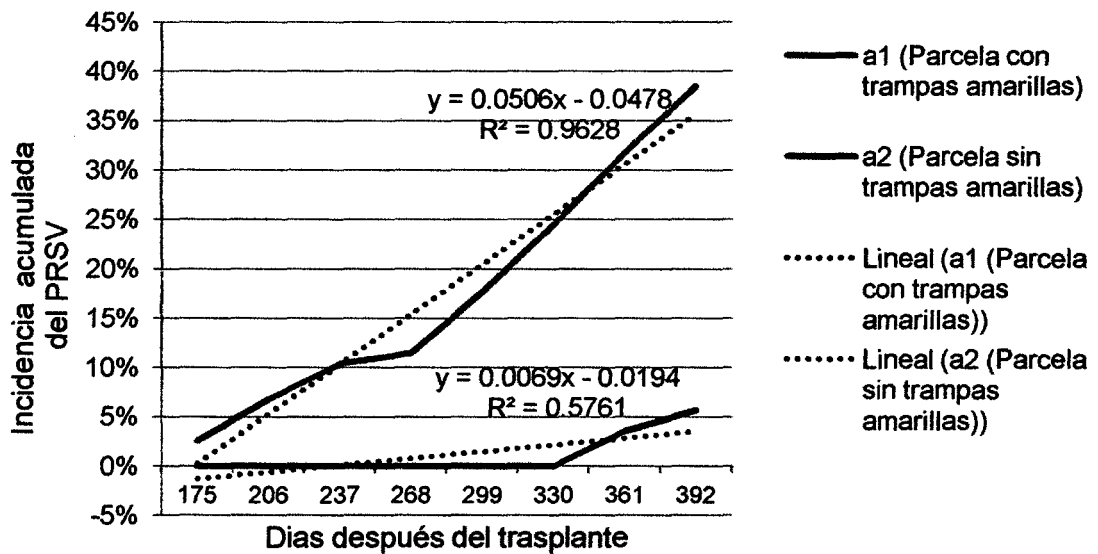


Figura 2. Efecto del uso de trampas amarillas en la incidencia del PRSV en una plantación de papayo sembrada con plátano y pasto king grass como barreras.

Cuando se analiza el efecto simple y combinado de la fertilización alta, y aplicación de aceite en ambas parcelas, se observa que, aunque el tratamiento con fertilización alta (T₅) y fertilización alta mas la aplicación de aceite (T₇) ambos instalados en la parcela sin trampas registraron 0% de incidencia; sin embargo, ambos no difieren estadísticamente con el resto de tratamientos.

En la Figura 3 se muestra la curva de infección del PRSV en los ocho tratamientos en estudio, observándose que el tratamiento (T₂) con trampas + la aplicación de aceite tiene el mayor porcentaje de incidencia acumulada (41.6%); probablemente debido a que se dejó de aplicar el aceite a los 188 ddt; este hecho podría confirmar que el aceite Triona protegió a la papaya de la infección por PRSV mientras este fue aplicado (MANSILLA 2008). El

tratamiento con trampas + fertilización alta (T_1), fue el primero en infectarse pudiendo atribuirse a que el nitrógeno haya favorecido a una mayor succulencia e intensidad del color verde en las hojas que pudieron haber atraído a los afidos en mayor proporción. Sin embargo, la mayor nutrición debería de haber aumentado la resistencia natural de las plantas de papayo (DOMINGUEZ, 1990).

La distribución e incidencia del PRSV es el resultado de una distribución al azar del vector que a su vez es dependiente de la dirección del flujo del viento que los traslada de una campo a otro, puesto que los afidos no colonizan a las planta de papaya pero una simple picadura de prueba es suficiente para la infección (transmisión no persistente).

Cuadro 10. Efecto de trampas amarillas, prácticas agrícolas y la combinación en la incidencia acumulada del PRSV en papayo.

Factores		Días después del trasplante							
		175	206	237	268	299	330	361	392
Parcela con barrera vegetal	a ₁ (con trampas)	2.6 ^a	6.8 ^a	10.4 ^a	11.5 ^a	17.7 ^a	24.5 ^a	31.8 ^a	38.5 ^a
	a ₂ (sin trampas)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	3.6 ^a	5.7 ^b
Efecto de la aplicación de una alta fertilización y aceite mineral	b ₁ (FA)	4.2 ^a	8.3 ^a	9.4 ^a	9.4 ^a	11.5 ^a	16.7 ^a	17.7 ^a	18.8 ^a
	b ₂ (AC)	1.0 ^a	4.2 ^a	8.3 ^a	8.3 ^a	12.5 ^a	13.5 ^a	16.7 ^a	24.0 ^a
	b ₃ (FA+AC)	0.0 ^a	1.0 ^a	3.1 ^a	5.2 ^a	8.3 ^a	12.5 ^a	16.7 ^a	19.8 ^a
	b ₄ (Testigo)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	3.1 ^a	6.2 ^a	19.8 ^a	26.0 ^a
Efecto combinado de trampas amarillas, fertilización alta y aceite mineral	T ₁ (CT+FA)	8.3 ^a	16.7	18.8 ^a	18.8 ^a	22.9 ^a	33.3 ^a	35.0 ^a	37.5 ^a
	T ₂ (CT+AC)	2.1 ^a	8.3 ^a	16.7 ^a	16.7 ^a	25.0 ^a	27.1 ^a	33.0 ^a	41.7 ^a
	T ₃ (CT+FA+AC)	0.0 ^a	2.1 ^a	6.2 ^a	10.4 ^a	16.7 ^a	25.0 ^a	33.0 ^a	39.6 ^a
	T ₄ (Testigo de CT)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	6.2 ^a	12.5 ^a	25.0 ^a	35.4 ^a
	T ₅ (ST+FA)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
	T ₆ (ST+AC)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	6.2 ^a
	T ₇ (ST+FA+AC)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
	T ₈ (Testigo de ST)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	14.6 ^a	16.7 ^a
Coeficiente de variabilidad (Trampas amarillas) (%)		489.9	382.5	324.0	337.0	242.4	177.2	99.0	62.3
Coeficiente de variabilidad (FA y AC) (%)		370.9	286.2	228.5	211.6	186.9	186.0	142.9	130.4

FA= Fertilización alta, AC= aplicación de aceite; Testigo= Sin FA y AC.

CT = con trampas amarillas; ST = sin trampas amarillas; Testigo= Sin FA y AC.

Valor promedio en una misma columna con diferente superíndice presentan un efecto significativo (P<0.05).

MANSILLA (2008), en su experimento uso barreras de maíz, obteniendo un mayor número de afidos observados tanto en la planta de maíz como de la papaya; debido a la atractividad del maíz por los afidos. Mientras que en nuestro estudio se usó como barrera el pasto king grass que tuvo como función repeler la entrada a algunas especies de afidos, por su coloración rojiza; observándose una baja población de afidos en la planta de papaya como en el pasto; por lo tanto un mayor retraso y una menor incidencia promedio final del experimento.

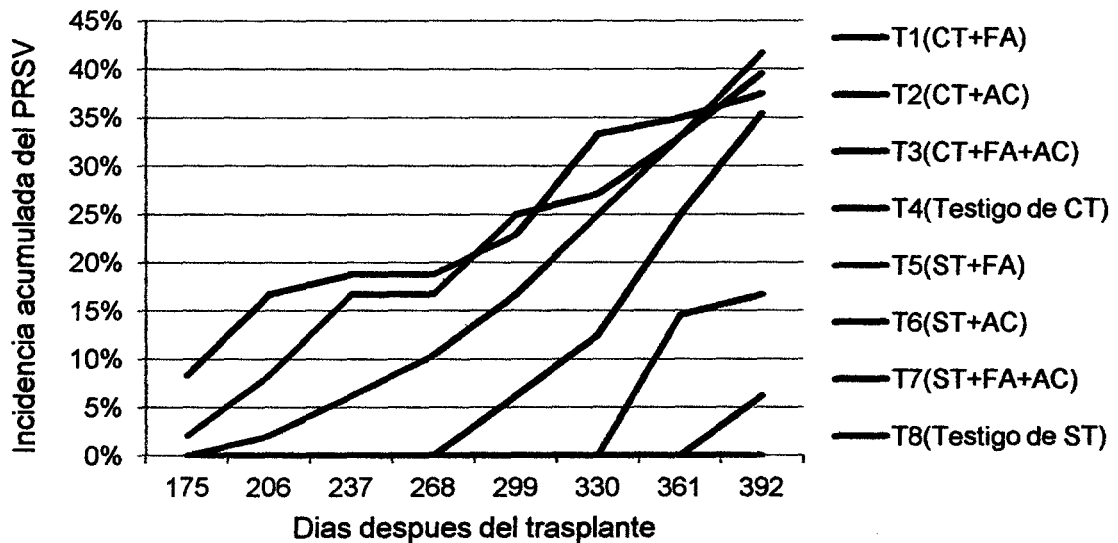


Figura 3. Efecto de la fertilización alta, aplicación de aceite y su combinación en el porcentaje de incidencia del PRSV días después del trasplante en dos parcelas con y sin uso de trampas amarillas.

4.3. Rendimiento de frutos de papayo.

En el Cuadro 11 se muestra los rendimientos en kilogramos de frutos de papayo obtenidos en las dos parcelas con y sin uso de trampas amarillas.

Aunque, no existen diferencias estadísticas en el rendimiento por el uso de trampas amarillas; la parcela, sin ella, ha producido 3 898.5 kg más, esta diferencia numérica se atribuye directamente la baja incidencia (5.7%) del PRSV. Así mismo, no hay diferencias significativas en el efecto simple por la aplicación de una fertilización alta, aplicación de aceite, combinación de ambos respecto al testigo.

Cuadro 11. Rendimiento de frutos de papayo, con el uso de diferentes prácticas combinadas.

Factores		Rendimiento
Parcela con barrera vegetal	a ₁ (con trampas)	15705.8 ^a
	a ₂ (sin trampas)	19604.3 ^a
Efecto de la aplicación de una alta fertilización y aceite mineral	b ₁ (FA)	17531.4 ^a
	b ₂ (AC)	16717.1 ^a
	b ₃ (FA+AC)	18458.1 ^a
	b ₄ (Testigo)	17913.7 ^a
Efecto individual de trampas amarillas, fertilización alta y aceite mineral	T ₁ (CT+FA)	17631.8 ^{bc}
	T ₂ (CT+AC)	13678.7 ^d
	T ₃ (CT+FA+AC)	14841.2 ^{cd}
	T ₄ (CT+Testigo)	16671.7 ^{bcd}
	T ₅ (ST+FA)	17431.0 ^{bc}
	T ₆ (ST+AC)	19755.5 ^{ab}
	T ₇ (ST+FA+AC)	22075.0 ^a
	T ₈ (ST+Testigo)	19155.7 ^{ab}
Coeficiente de variabilidad (Trampas amarillas)		16.8%
Coeficiente de variabilidad (fertilización alta y aceite)		10.6%

FA = Fertilización alta; AC = Aplicación de aceite; Testigo= Sin FA y AC; TA= Testigo absoluto; SB= Sin barreras vegetales, trampas amarillas, fertilización alta ni aplicación de aceite.
 Valor promedio en una misma columna con diferente superíndice presentan un efecto significativo (Duncan, P<0.05).

Cuando se analiza el efecto de la fertilización alta, aplicación de aceite y la combinación de ambos en ambas parcelas, se evidencia que si existen diferencias significativas en el rendimiento de los ocho tratamientos evaluados; siendo el tratamiento (T₇), que consistió en la aplicación de una fertilización alta y, aplicación de aceite ubicado en la parcela sin el uso de trampas amarillas obtuvo el mayor rendimiento (22 075.0 kg) y es estadísticamente superior a la misma práctica pero ubicado en la parcela con trampas (T₃). Esto demuestra que el alto rendimiento obtenido en el T₇ no es una respuesta directa a la alta fertilización y aplicación de aceites; sino al escape natural al PRSV que tuvo en conjunto los tratamientos ubicados en la subparcela sin uso de las trampas amarillas.

MANSILLA (2008), reportó el mayor rendimiento de 20000.7 kg ha⁻¹ cuando se aplicó un proteinato de cobre (Promet Cu); mientras que CALLIRGOS (2005) reportó un rendimiento de 54 130.8 kg ha⁻¹ en un periodo de 11 meses. Si comparamos los rendimientos obtenidos por CALLIRGOS (2005), en una época en el que no existía PRSV en el Huallaga y usando sistema de monocultivo con los obtenidos por MANSILLA (2008) y el presente ensayo observamos que aún implementado alguna estrategia de manejo para la enfermedad se reduce los rendimientos en más del 50% para la var. PTM 331.

El potencial de rendimiento de la variedad PTM-331 es de 40 t ha⁻¹, se ha visto afectada en este experimento, por diversos factores; siendo uno de

ellos la reducida área de la parcela neta que afectó la efectividad de los polinizadores a fin de lograr un mayor porcentaje de botones florales polinizados, fecundados fin de tener un mayor número final de frutos el sistema de siembra asociado o con barreras incide en forma negativa en el rendimiento más aún si se dispone en áreas muy reducidas.

La heterogeneidad de la población provocada por un mayor número de días en vivero produce el mayor alargamiento y debilitamiento de las plántulas con la repercusión negativa luego del trasplante.

En la Figura 4, se muestran los porcentajes de frutos con síntomas evidentes del PRSV, cuyos valores varían desde los 0.6 a 12.2% y solamente en aquellos tratamientos ubicados en la parcela con trampas amarillas.

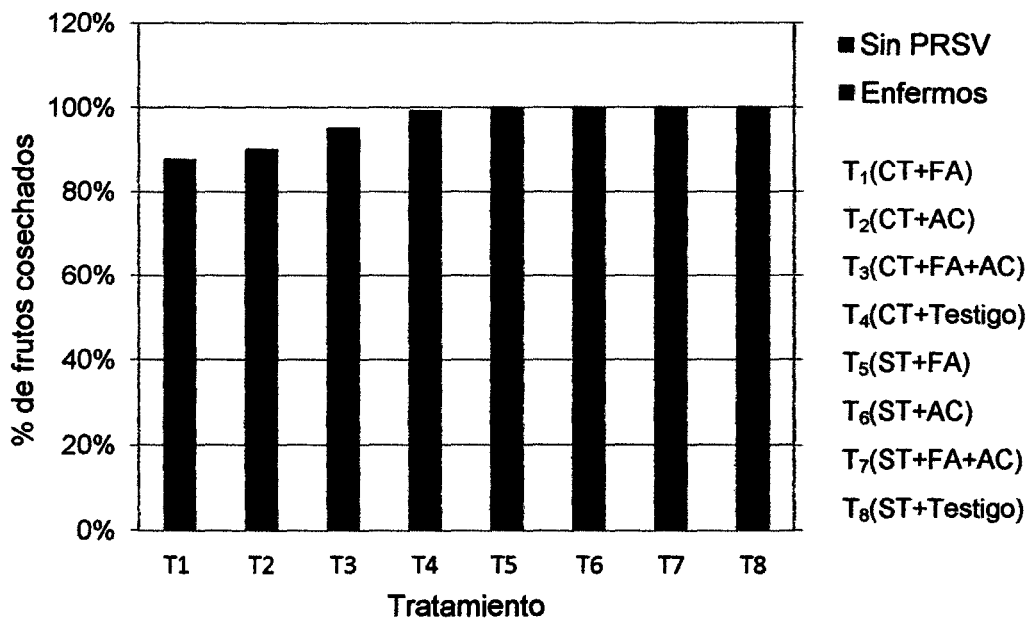


Figura 4. Porcentaje de frutos sanos y enfermos con PRSV obtenidos de una plantación de papayo sembrado en un sistema con barrera vegetal.

La producción de frutos comercializables se clasificaron en tres categorías: Los de primera calidad por frutos sin PRSV y plantas con PRSV pero sin síntomas visibles en los frutos; los de segunda calidad con PRSV con síntomas tenues y leves; y los de tercera calidad por frutos con síntomas moderados y regulares, que sólo se observaron en los tratamientos T₁, T₂ y T₃, constituidos entre el 1.1% y 5.6%, que representan la mínima proporción de frutos comercializables que recibieron menor valor de venta. (ANEXO. Cuadro 22)

4.4. Análisis económico

El análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos son presentados en el Cuadro 12. Para determinar la calidad de los frutos (1, 2 y 3°), se empleo la escala propuesto por MANSILLA (2008). Se consideró como frutas de primera calidad (Fruta 1°) las provenientes de plantas sanas y aquellas asintomáticas provenientes de plantas con síntomas de PRSV. Las frutas de segunda calidad (Fruta 2°) fueron aquellas que provenían de plantas con síntomas de PRSV; pero los síntomas de anillos en los frutos eran de tenues a leves. Frutos de tercera calidad (Fruta 3°) fueron considerados aquellos que mostraban síntomas moderados. Cada jaba tiene un peso promedio de 10 kilos de fruta. Los precios pagados en chacra fueron de 10.0, 5.0 y 3.0 nuevos soles para primera, segunda y tercera calidad respectivamente. El precio de venta de los racimo de de plátano fue en promedio en S/. 5.0 nuevos soles.

Tal como se ha observado para todos los parámetros evaluados (producción por planta, porcentaje de incidencia, producción) los tratamientos ubicados en la parcela sin trampas amarillas (tratamientos T₅, T₆, T₇ y T₈) tienen los mayores índices de rentabilidad que los ubicados en la subparcela con el uso de trampas amarillas como una práctica para el control del PRSV.

Como ya se ha venido discutiendo esta aparente superioridad de los tratamientos en los valores de IR y B/C de aquellos ubicados en la parcela sin uso de trampas se debe principalmente a la baja incidencia del PRSV y al costo adicional que implica la preparación, instalación y mantenimiento de las trampas de las trampas amarillas.

Cuadro 12. Análisis de rentabilidad de los tratamientos para el control del PRSV bajo un sistema de manejo integrado del papayo.

	Producto	Unidad de medida	Con trampas				Sin trampas			
			T ₁ (FA)	T ₂ (AC)	T ₃ (FA+AC)	T ₄ (Test ¹)	T ₅ (FA)	T ₆ (AC)	T ₇ (FA+AC)	T ₈ (Test ²)
Rendimiento	Fruta 1°	(Kgha ⁻¹)	14704	11189	13121	15865	17431	19630	22075	18800
	Fruta 2°	(Kgha ⁻¹)	1947	2010	1557	807	0	125	0	356
	Fruta 3°	(Kgha ⁻¹)	981	480	163	0	0	0	0	0
	Fruta 1°	(Jabaha ⁻¹)	1470	1119	1312	1586	1743	1963	2208	1880
	Fruta 2°	(Jabaha ⁻¹)	195	201	156	81	0	13	0	36
	Fruta 3°	(Jabaha ⁻¹)	98	48	16	0	0	0	0	0
	P. isla	Racimos	420	420	420	420	420	420	420	420
Valor de producción	Fruto 1°	(solesha ⁻¹)	14704	11189	13121	15865	17431	19630	22075	18800
	Fruto 2°	(solesha ⁻¹)	1071	1105	856	444	0	69	0	196
	Fruto 3°	(solesha ⁻¹)	294	144	49	0	0	0	0	0
	P. isla	(solesha ⁻¹)	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520
V.P. total		(solesha⁻¹)	18588.9	14958	16546	18828.5	19951	22219.1	24595.1	21515.7
C.P.		(solesha⁻¹)	8441.8	8769.8	8961.8	8249.8	7649.8	7977.8	8169.8	7457.8
R.N.		(solesha⁻¹)	10147.1	6188.5	7584.5	10578.7	12301.2	14241.3	16425.3	14057.9
I.R.		(%)	120.2%	70.6%	84.6%	128.2%	160.8%	178.5%	201.1%	188.5%
Beneficio/Costo			2.2	1.7	1.8	2.3	2.6	2.8	3	2.9

V.P. = Valor de producción. C.P. = Costo de producción. R.N. = Rendimiento neto. I.R. = Índice de rentabilidad

FA = Fertilización alta; AC = Aplicación de aceite; Test¹ = Con trampa amarilla, sin FA y AC; Test² = Sin trampa amarilla, FA y AC.

V. CONCLUSIONES

1. El uso de trampas amarillas en un sistema de siembra del cultivo del papayo con barreras asociado con plátano y pasto king grass no influyen significativamente en los parámetros biométricos; así como, en la disminución de la incidencia del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV).
2. El uso de prácticas individuales y combinadas no tuvo un control en la incidencia del virus mancha anillada en el cultivo de papayo.
3. La práctica de una fertilización alta con y sin la aplicación de aceite agrícola en las plantas de papaya no influye significativamente en los parámetros biométricos; así como, en la disminución de la incidencia del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV).
4. La práctica de aplicación de aceite agrícola al 2% con y sin la aplicación de fertilización alta en las plantas de papaya no influye significativamente en los parámetros biométricos; así como, en la disminución de la incidencia del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV).
5. Los tratamientos T₅ (sin uso de trampas + fertilización alta), T₆ (sin trampa + aplicación de aceite agrícola) y T₇ (sin uso de trampas + fertilización alta + aplicación de aceite agrícola) registraron los menores (0%, 6.2% y 0%) porcentajes de plantas enfermas con PRSV evaluados hasta los 392 días después del transplante.
6. El T₇ (sin uso de trampas + fertilización alta + aplicación de aceite agrícola) alcanzó el mayor rendimiento de frutos de papayo (22.7 t ha⁻¹) y es

estadísticamente semejante a los obtenidos en los tratamientos T₅ (sin uso de trampas + fertilización alta) y T₈ (sin trampa + fertilización normal + sin aplicación de aceite) con 19.7 y 19.1 t ha⁻¹ respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Evaluar el efecto de la siembra asociada del plátano con el papayo en la incidencia del virus de la mancha anillada (PRSV), producción y relación beneficio costo (B/C).**
- 2. Es necesario realizar ensayos que determinen el efecto individual de cada una de las practicas de manejo, para descartar las que influyan menos en el control del PRSV y luego con las mejores prácticas probar los combinados**
- 3. Continuar en la búsqueda de nuevos sistemas de asociación del cultivo de la papaya como estrategia para reducir el impacto del PRSV.**
- 4. Realizar estudios de dinámica poblacional de los insectos vectores del PRSV**
- 5. Continuar con los programas de mejoramiento genético del cultivo del papayo a fin de seleccionar variedades con altos rendimientos y tolerancia al PRSV.**
- 6. Desarrollar un paquete de manejo integrado del cultivo de papayo validado para ser transferido a los agricultores.**

VII. RESUMEN

El experimento se realizó en el Fundo Agrícola del Centro de Investigación y Producción de Tulumayo (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el Departamento de Huánuco-Perú; con el objetivo de evaluar el efecto independiente y combinado de las prácticas de fertilización alta (FA) y la aplicación de aceite mineral triona (AC) con y sin el empleo de trampas amarillas (CT y ST) en el control de la enfermedad causada por el *Papaya Ringspot Potyvirus type-P* (PRSV-P); así como, determinar la viabilidad económica de cada uno de los tratamientos en el cultivo de papayo (*Carica papaya* L.) variedad PTM-331, bajo un sistema de manejo integrado con la utilización de barreras vegetales a base de pasto king grass (*Saccharum sinense*) y plátano isla (*Musa paradisiaca*). Los tratamientos fueron distribuidos mediante el diseño de parcelas divididas, con dos parcelas y 4 sub parcelas; y evaluados mediante el análisis de varianza y la prueba de significación estadística de Duncan ($\alpha=0.05$). El uso de las trampas amarillas hasta los 392 días después del trasplante retrasó en 175 días después del trasplante el progreso de la epidemia y alcanzó una mayor incidencia (39%), superior en 33% a la incidencia registrada sin el uso de trampas amarillas donde la infección apareció después de los 330 días después del trasplante, y este último fue mayor en 6% a lo observado sin el uso de barreras vegetales que no tuvo presencia de la enfermedad. Las prácticas de fertilización alta (180–150-135, N-P-K) fraccionada a los 15, 90 y 270 días después del trasplante no contribuyeron significativamente en la reducción de la incidencia

(7% menos que el testigo), pero si permitió conservar el vigor suficiente de las plantas en el desarrollo de la enfermedad. Las aplicaciones de Triona (2%) a partir de 75 días después del trasplante durante 4 meses consecutivos y con una frecuencia de 10 días no limitaron significativamente el desarrollo de la enfermedad (2% menor que el testigo) y no se observaron efectos fitotóxicos en el vigor de las plantas.

La buena sanidad de la planta, tanto el grosor del tallo, como la altura de planta, el número de flores y frutos por planta se traduce en una mayor producción por planta, y por consiguiente los rendimientos fueron mayores en los tratamientos T₇ (ST+FA+AC), TA (SB) y T₆ (ST+AC) con 22075.1, 20403 y 19755.5, kg ha⁻¹. La incidencia y la severidad del PRSV fueron nulas en los tratamientos T₅ (ST+FA) T₇ (ST+FA+AC) y TA(SB) lográndose el 100% de la producción sin PRSV. Las mayores utilidades económicas corresponden a los tratamientos T₇ (ST+FA+AC), T₈ (ST+Testigo) y TA (SB) con índices de rentabilidad de 201.1, 188.5 y 186.4%; y relación beneficio costo de 3, 2.9 y 2.9, respectivamente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, M.; NIETO, D.; DOMÓNGUEZ, J. y DELGADILLO, F. 2001. Calidad y tolerancia en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) a la inoculación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., en postcosecha. Instituto de Fitosanidad, Centros Regionales Universidad Autónoma Chapingo, INIFAP. México. Revista Chapingo Serie Horticultura 7(1): 119-130.
2. ADRIAZOLA, J. 1999. Tecnificación de los cultivos de papayo y cocona. Curso de Capacitación UNAS-IIAP. Tingo María, Perú.
3. AGRIOS, G. 1999. Fitopatología. Segunda edición. España. Editorial Limusa S.A. 832 p.
4. ARANGO, L., ROMÁN, C. 2000. Colombia El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia. 100 p.
5. AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J. y STREIT, C. 2000. Papaya. Edit. Asociación Naturland. 1 edic. Agricultura orgánica en el Trópico y Subtrópico. Guía de 18 cultivos Alemania. 38 p.
6. AVILLA, C., COLLAR, J. L., DUQUE, M., HERNÁIZ, P., PÉREZ, J. P., FERERES, A. 1996. Cultivos barrera como método de control de virus no persistentes en pimiento. Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 22: 301-307.

7. AZKUE, M. 2001. La fenología como herramienta en la agroclimatología. [En Línea]: Centro de Investigaciones Agropecuarias, (<http://www.ceniap.gop.ve/publ-e/fenología/fenología.htm>, visitado 28 Set 2008)
8. CALLIRGOS, A. C. 2005. Niveles de fertilización N-K en el cultivo de papayo (*carica papaya* L.) variedad PTM-331 en Tulumayo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 102 p.
9. CALZADA, J. 1980. Frutales nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 653 p.
10. CASTRO, L.; MORALES, L. y ARANGUREN, M. 2000. Fundamentos teórico-prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya *Carica papaya* (L.). Ministerio de Educación Superior. Universidad de Matanzas. Facultad de Agronomía. Cuba. 21 p.
11. CHIRIBOGA, G. 2000. Caracterización del cultivo de la papaya como producto con potencial para exportación, con énfasis en el diagnóstico molecular y serológico de enfermedades. Universidad de Zamorano. Carrera de ciencia y producción agropecuaria. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura. Zamorano. Honduras. 66 p.
12. DOMINGUEZ, V. A. 1990. El abono de los cultivos. Edic. Mundi Prensa. Madrid- España Pp 77.
13. ELVIR, F. 2004. Detección de los virus mosaico y mancha anular del papayo en *Carica papaya* L. en Comayagua, Honduras. Tesis

Maestría Tecnológica. Colegio de Postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Instituto de fitosanidad. México. 56 p.

14. FACHO, M. 2004. Estudio fenológico y de rendimiento de dos cultivares: PTU-405 y PTM-331 de papaya (*Carica papaya* L.) en Tulumayo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 104 p.
15. FERERES, A. 2000. Barrier crops as a cultural control measure of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. [En línea]: Virus Research 71 221–231. (<http://www.ccma.csic.es/dpts/prot/afereres/barreras-virus%20research.pdf>, visitado 15 Dic. 2008).
16. FRANCIOSI, R. 1992. El cultivo del papayo en el Perú. Manual. Proyecto TTA, FUNDEAGRO. Lima, Perú. 89 p.
17. FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO (FDA). 1998. cultivo de la lechosa. Segunda edición, Guía técnica n 14. serie cultivos. República Dominicana. 96 p.
18. GARCÍA, M. y ESCOBAR, J. 2002. Guía técnica. Cultivo de papaya. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – CENTA. El Salvador. Rev. Técnica n.5. 53 p.
19. GIANESSI, P.; SILVERS, C.; SANKULA, S. y CARPENTER, J. 2002. Plant Biotechnology: Current and potential impact for improving pest management in U.S. agriculture: An analysis of 40 case studies. Viral Resistant Papaya. [En línea]: (<http://www.ncfap.org/40CaseStudies/CaseStudies/papayavr.pdf>, visitado 03 Mar. 2008).

20. GUERRERO, A. 1996. El Suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. EDICIONES MUNDI – PRENSA. Madrid, España. 205 p.
21. HERNÁNDEZ, E.; Riestra, D.; GARCÍA, E.; ORTEGA, L. y MOSQUEDA, R. 2000. Respuesta del virus de la mancha anular del papayo (PRSV) en tres sistemas de manejo. Veracruz, México. [En línea]: CATIE, Informes de Investigación (<http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip58/art3-b.htm>, visitado 10 Feb. 2008).
22. HERNÁNDEZ, E.; VILLANUEVA J.; MORA J.; NAVA C. 2010. Barreras de maíz en una estrategia de manejo integral para controlar epidemias del virus mancha anular del papayo (PRSV-p). Veracruz, México. Universidad Autónoma del Estado de México. AGROCIENCIA. 338-349 p.
23. HERNÁNDEZ, E.; VILLANUEVA J.; MOSQUEDA, V. y MORA, J. 2004. Efecto de la erradicación de plantas enfermas por el PRSV-P en un sistema de manejo integrado del papayo (*Carica papaya* L.) en Veracruz, México. Universidad Autónoma del Estado de México. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Revista Mexicana de Fitopatología 22(3). México. Pp. 382-388.
24. HOME GROUNDS FACT SHEET. 2000. Cornell Cooperative Extension Nassau County. Based on Horticultural Oils, Virginia Tech Insect Notes #174, by John A. Weidhaas, Jr., Cornell University, May 6,

- 1988.[En línea]:(http://www.ccenassau.org/hort/fact_sheets/d110_hort_oils_apr00.pdf, visitado 10 Feb. 2008).
25. IBAR L. 1979. El cultivo de aguacate, chirimoya, mango, papaya. Ed. AEDOS. Barcelona, España. 173 p.
26. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). 2007. Resolución 001197-2007/OIN-INDECOPI. Lima Perú. [En línea]: (http://sistemas.indecopi.gob.pe/oin_Jurisprudencia/documentos/1-3/2007/1197.pdf, visitado 17 Mar. 2009)
27. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA (IIAP). 2000. Papayo mejorado variedad PTM – 331. Boletín informativo. Tingo María, Perú.
28. MAGDALITA, P.; PERSLEY, D.; GODWIN, R.; DREW, R. y ADKINS, S. 1997. Screening *Carica papaya* x *C. cauliflora* hybrids for resistance to papaya ringspot virus-type P. *Plant Pathology* 46, 837-841. [En línea]: (<http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1046/j.1365-059.1997.d01-90.x?cookieSet=1>, visitado 28 May. 2009).
29. MANSILLA, P. 2008. Efecto de un aceite agrícola y dos proteínatos de cobre y calcio en el control del virus de la mancha anillada del papayo (PRSV) en un manejo integrado del papayo (*Carica papaya* L.) en Tulumayo. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 118 p.

30. MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. 889 p. London: Academic Press. [En línea]: (<http://www.w3.org/1999/xhtml>, visitado 09 Abr. 2008).
31. MORA, E. y BOGANTES, A. 2004. Evaluación de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) en Pococí, Limón, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Rev. Agronomía Mesoamericana 15(1): 39-44.
32. MUÑOZ, C. J., 2004. Fertilización nitrogenada en papayos (*Carica pubescens* lenné et kock) en el secano costero de la VIII Región. Universidad de Concepción de Chile. [En línea]: (<http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>", visitado 30 Ene 2009).
33. NIETO, J. y SECO, M. 1990. Pulgones y su captura mediante trampas: La red Euraphid. Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 16: 593-603.
34. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2000. Manual de manejo de postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Proyecto TCP/PER/6713 (a) "Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas". Roma, Italia. 136 p.
35. PERRING, T.; GRUENHAGEN, N. y FARRAR, C. 1999. Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors. Annual Reviews Entomol. 44:457-481. Downloaded from arjournals.annualreviews.org by CAPES. [En línea]:

(http://www.ufv.br/dfp/virologia/FIP630_artig_files/16_Control.pdf,
visitado 30 Ene. 2008).

36. PRIMO, E. y CARRASCO, J. 1980. Química agrícola II: Plaguicidas y fitorreguladores. Editorial Alambra, España. 640 p.
37. PROYECTO REGIONAL de FORTALECIMIENTO de la VIGILANCIA FITOSANITARIA en CULTIVOS de EXPORTACIÓN NO TRADICIONAL – VIFINEX. 2002. Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en papaya. El salvador. 58 p.
38. RIVAS-VALENCIA, P.; MORA-AGUILERA, G.; TÉLIZ-ORTIZ, D. y MORA-AGUILERA, A. 2008. Evaluación de barreras vegetales en el manejo integrado de la mancha anular del papayo en Michoacán, México. *Summa Phytopathologica*, 34(4): 307-312p.
39. RODRÍGUEZ, S. 1982. Fertilizantes: Nutrición vegetal. Editorial AGT S.A. México. 157 p.
40. SALAZAR, I. 2007. Estrategia para posicionar la papaya procedente de Leoncio Prado (Huánuco) en el mercado nacional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Unidad de Postgrado de la Facultad de Ciencias Administrativas. Tesis Magíster en Administración, con mención en Mercadotecnia. Lima, Perú. 168 p.
41. SÁNCHEZ, M.; CERMELI, M.; MACHADO, W.; CENTENO, F.; BROWN, E. 2000. Diversidad de áfidos (Homoptera: Aphididae) capturados con trampas amarillas en el cultivo de pimentón (*Capsicum*

annuum L.) y su relación con los factores climáticos. Bol. Entomol. Venezuela 15(1):61-83.

42. SEMILLAS DEL CARIBE, 2009. Guadalajara, Jalisco, México. [En línea]: (Semilla del Caribe, (<http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/5-4.htm>, visitado 18 Mar. 2008).
43. SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (2002). El cultivo ecológico del papayo. [En línea]: (http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/cult_org/paginas/PAPAYA.htm). Documento 18 de Mar del 2008.
44. SURANYI, R. 1999. Crop borders and mineral oils: two tactics for management of PVY in seed potatoes. Department of Entomology. University of Minnesota. Aphid Alert. N°. 6a. [En línea]: ([http:// ipmworld.umn.edu/aphidalert/mineraloil.htm](http://ipmworld.umn.edu/aphidalert/mineraloil.htm), visitado 08 Feb. 2008).
45. VÁSQUEZ, R. 2000. Conservación química de la pulpa de papaya (Carica papaya). Informe de Trabajo de Investigación. Curso de Actualización Profesional. UNAS-FIA. 18 p.
46. VEGAS, A.; G. TRUJILLO, G.; MARYS, E.; GONZÁLEZ, A.; FERMÍN, G. y CERMELI, M. 2004. El virus de la mancha anillada de la lechosa en Venezuela: Descripción e importancia, medidas de prevención y control. [En línea]: Revista Digital CENIAP HOY, Número 6, oct-dic 2004. (www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/vegas_a/arti/vegas_a.htm, visitado 29 Abr. 2008).

47. VELASCO, V. 1999. Papel de la Nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas, México 193 – 200 p. [En línea]: www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art193-207.pdf, visitado 9 ago 2011).
48. VICENTE, M. 1979. Fisiología de las plantas infectadas por virus. *Fitopatologia Brasileira* 4:181 – 187.
49. YEH SHYI-DONG, HUEY-JIUNN BAU, YI-JUNG KUNG, AND TSONG-AN YU. 2006. Assessment of emerging virus threats for application of transgenic papaya resistant to papaya ringspot virus. International Symposium. Ecological and Environmental Biosafety of Transgenic Plants. 1-20 p. [En línea]: [http://www.tari.gov.tw/GMO/book-1/\(P1-20\)TARI-Transgenic%20Plants20061030-ref%20revised.pdf](http://www.tari.gov.tw/GMO/book-1/(P1-20)TARI-Transgenic%20Plants20061030-ref%20revised.pdf), visitado 13 Mar 2008).

IX. ANEXOS

Cuadro 13. Presupuesto general para la producción de papaya en condiciones epidémicas del PRSV bajo un sistema de manejo integrado.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
A Mano de obra				6150
1 Preparación de terreno				760
Rozo	Jornal	15	10	150.0
Picacheo / Shunteo	Jornal	10	10	100.0
Arado, rastra y surcado	HM	12	40	480.0
Demarcación de terreno	Jornal	3	10	30.0
2 Vivero				170.0
Construcción de vivero	Jornal	2	10	20.0
Preparación de sustrato	Jornal	4	10	40.0
Llenado de bolsas	Jornal	6	10	60.0
Siembra	Jornal	1	10	10.0
Manejo de vivero / control fitosanitario	Jornal	4	10	40.0
3 Trasplante				180.0
Poceado	Jornal	8	10	80.0
Distribución de plantas	Jornal	5	10	50.0
Trasplante	Jornal	5	10	50.0
4 Labores Culturales				2440.0
Deshierbo (6 año ⁻¹)	Jornal	120	10	1200.0
Abonamiento, aporque (3 año ⁻¹)	Jornal	60	10	600.0
Control fitosanitario (6 año ⁻¹)	Jornal	24	10	240.0
Eliminación de plantas	Jornal	12	10	120.0
Aplicación de aceite mineral	Jornal	24	10	240.0
Desahije	Jornal	4	10	40.0
5 Cosecha				2600.0
Recolección de frutos	Jornal	130	10	1300.0
Lavado y enjabado de frutos	Jornal	130	10	1300.0
B Insumos				1665.8
1 Semillas				412.5

Papayo	Kilogramo	1	200	200.0
Plátano	Unidad	300	0.5	150.0
Pasto king grass	Saco	25	2.5	62.5
2 Fertilizantes				687.5
Urea	Sacos	3.5	63	220.5
Súper fosfato triple	Sacos	3	68	204.0
Cloruro de potasio	Sacos	3	61	183.0
Borax	Kilogramo	8	10	80.0
3 Pesticidas				421.8
Parachupadera®	Lata/200 g	0.5	28	14.0
Antracol®	Kg	1	30	30.0
Benopoint®	Kg	0.2	19	3.8
Benopoint®	Kg	1	30	30.0
Furadan granulado®	Unidad	4	16	64.0
Triona®	Galón	5	56	280.0
C Herramientas				210.0
Machetes	Unidad	2	10	20.0
Mochila fumigadora	Unidad	1	160	160.0
Azadones	Unidad	2	15	30.0
D Otros				144.0
Análisis de suelos	Muestras	2	15	30.0
Bolsas negras	Millar	1	19	19.0
Cubiertas de polipropileno	Metro	25	2	50.0
Guantes	Pares	2	15	30.0
Jabas	Dado	10	1.5	15.0
Total de costos (A + B + C + D)				8169.8

Cuadro 14. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de hojas de la planta de papayo hasta la producción.

F.V.	GL	Días después del trasplante							
		15	45	75	105	135	165	195	
		Cuadrados medio							
Bloques	2	1.33 ns	1.51 ns	3.02 ns	2.5 ns	17.51 ns	4.93 ns	2.94 ns	
Trampas (A)	1	15.86 ns	6.4 ns	22.95 ns	48.54 ns	85.09 ns	68.55 ns	1.58 ns	
Error (a)	2	1.08	1.41	1.55	9.4	6.8	9.34	17.17	
Total Parcelas	5								
Prácticas (B)	3	1.53 ns	1.38 s	1.98 ns	4 ns	5.06 ns	4.99 ns	1.52 ns	
Interacción (AxB)	3	0.28 ns	0.35 ns	1.37 ns	16.51 s	13.06 ns	19.91 s	2.47 ns	
Error (b)	12	2.24	0.39	1.27	3.37	8.51	3.81	5.51	
Total Sub parcelas	23								
C.V (a*)		22.20%	15.80%	11.50%	19.50%	13.20%	14.90%	24.00%	
C.V (b**)		31.90%	8.30%	10.40%	11.70%	14.80%	9.50%	13.60%	

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en la altura de la planta de papayo hasta la producción.

F.V.	GL	Días después del trasplante							
		15	45	75	105	135	165	195	
		Cuadrado medio							
Bloques	2	1.51 ns	19.13 ns	29.12 ns	26.48 ns	411.62 ns	149.51 ns	298.6 ns	
Trampas (A)	1	11.48 ns	103.96 ns	603.61 ns	503.25 ns	3750 ns	478.56 ns	3015.3 ns	
Error (a)	2	1.36	5.79	34.04	33.56	287.73	700.81	338.6	
Total parcelas	5								
Prácticas (B)	3	0.72 ns	14.81 ns	172.81 ns	109.68 ns	249.38 ns	406.08 ns	861.89 ns	
Interacción (AxB)	3	2.03 ns	5.45 ns	21.1 ns	198.96 ns	176.85 ns	155.47 ns	694.43 ns	
Error (b)	12	2.79	4.83	50.68	65.58	170.59	146.22	336.2	
Total Sub parcelas	23								
C.V (a*)		10.20%	8.45%	9.36%	6.03%	12.88%	15.84%	8.62%	
C.V (b**)		14.50%	7.71%	11.42%	8.43%	9.92%	7.23%	8.59%	

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el diámetro de la planta de papayo hasta la producción.

F.V.	GL	Días después del trasplante						
		15	45	75	105	135	165	195
		Cuadrado medio						
Bloques	2	0.01 ns	0.03 ns	0.36 ns	0.18 ns	0.14 ns	0.73 ns	0.22 ns
Trampas (A)	1	0.02 s	0.29 ns	0.78 ns	6.2 ns	9.72 s	0.22 ns	5.26 ns
Error (a)	2	0	0.07	0.32	0.83	0.94	2.25	0.68
Total parcelas	5							
Prácticas (B)	3	0 ns	0.02 ns	0.44 ns	0.16 ns	0.13 ns	0.48 ns	0.45 ns
Interacción (Ax B)	3	0 ns	0.02 ns	0.51 ns	1.07 ns	1.05 ns	1.34 ns	0.46 ns
Error (b)	12	0	0.02	0.24	0.34	0.61	0.46	0.39
Total Sub parcelas	23							
C.V (a*)		11.90%	26.20%	25.50%	25.20%	17.60%	20.80%	9.90%
C.V (b**)		11.50%	12.40%	22.10%	16.10%	14.20%	9.50%	7.50%

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de axilas florales de la planta de papayo hasta la producción.

F.V.	GL	Días después del trasplante							
		105		135		165		195	
		Cuadrado medio							
Bloques	2	4.31	ns	0.96	ns	48.30	ns	0.33	ns
Trampas (A)	1	16.09	ns	12.53	ns	0.00	ns	18.04	ns
Error (a)	2	1.98		4.89		9.39		1.53	
Total parcelas	5								
Prácticas (B)	3	2.76	ns	8.74	ns	6.73	ns	6.89	ns
Interacción (AxB)	3	5.80	ns	2.17	ns	0.77	ns	5.27	ns
Error (b)	12	1.81		3.17		8.07		4.02	
Total Sub parcelas	23								
C.V (a*)		18.33%		16.58%		21.61%		12.19%	
C.V (b**)		17.54%		13.35%		20.03%		19.76%	

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de frutos amarrados de la planta de papayo hasta la producción.

F.V.	GL	Días después del trasplante							
		135		165		195		225	
		Cuadrado medio							
Bloques	2	2.93	ns	20.68	ns	0.47	ns	1.94	ns
Trampas (A)	1	2.17	ns	0.01	ns	12.24	ns	21.98	ns
Error (a)	2	1.11		3.85		7.81		10.59	
Total parcelas	5								
Prácticas (B)	3	1.20	ns	2.04	ns	3.61	ns	2.80	ns
Interacción (AxB)	3	5.95	ns	7.28	ns	9.83	ns	2.54	ns
Error (b)	12	1.71		2.69		2.89		6.31	
Total Sub parcelas	23								
C.V (a*)		19.32%		19.81%		23.03%		24.44%	
C.V (b**)		24.00%		16.55%		14.01%		18.87%	

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el número de frutos cosechados de papaya.

F.V.	GL	Días después del trasplante											
		255		285		315		345		375		405	
Cuadrado medio													
Bloques	2	5.79	ns	7.04	ns	11.54	ns	12.54	ns	3.79	ns	0.51	ns
Trampas (A)	1	100	s	70.04	ns	12.04	ns	8.17	ns	2.04	ns	0.17	ns
Error (a)	2	3.79		11.54		10.04		9.04		3.79		0.2	
Total parcelas	5												
Prácticas (B)	3	3.71	ns	15.49	ns	0.49	ns	10.78	ns	4.15	ns	1.11	s
Interacción (AxB)	3	16.15	s	50.71	ns	0.93	ns	4.94	ns	9.04	ns	1.5	s
Error (b)	12	4.01		16.85		14.29		6.57		4.6		0.28	
Total Sub parcelas	23												
C.V (a*)		30.95%		24.63%		20.17%		32.22%		36.80%		24.27%	
C.V (b**)		31.84%		29.76%		24.07%		27.46%		40.52%		29.11%	

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 20. Análisis de varianza para el estudio del efecto de los tratamientos en el rendimiento de papaya.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloques	2	8385549.4	4192774.7	0.479	19.0 ; 99	ns
A	1	91189034	91189034	10.43	18.51 ; 98.49	ns
Error (a)	2	17492538	8746269.2			
Total parcelas	5	117067122				
B	3	9641090.4	3213696.8	0.913	3.49 ; 5.95	ns
AB	3	52012697	17337566	4.927	3.49 ; 5.95	s
Error (b)	12	42225151	3518762.6			
Total Sub parcelas	23	220946060				
C.V. (a*)		16.75%				
C.V. (b**)		10.62%				

ns : No significativo.

s : Significación estadística al 5% de probabilidad.

as : Significación estadística al 0.01%

*a: Uso de trampas amarillas.

**b: Prácticas agrícolas.

Cuadro 21. Producción de frutas en unidades y peso de acuerdo a los síntomas del PRSV bajo un sistema de manejo convencional.

Síntomas	Peso total de frutos		Número de frutos		Peso unitario de fruto (kg)
	Kg	%	Unid.	%	
Sanos ¹	4125.47	48.96	2905.26	47.3	1.42
Tenues	1558.61	18.50	1154.53	17.5	1.35
Leves	1146.22	13.60	931.89	14.1	1.23
Moderados	1150.93	13.66	967.17	14.9	1.19
Regulares	445.318	5.28	387.23	6.2	1.15
Fuertes	---	---	---	---	---
Muy fuertes	---	---	---	---	---
Total	8426.55	100	6346.07555	100	

¹ El síntoma sano indica ausencia o no manifestación de síntomas en la superficie del fruto, más no ausencia del PRSV, ya que muchas plantas infectadas produjeron frutos sin síntomas visibles.

Cuadro 22. Rendimiento de acuerdo a los síntomas en frutos en los tratamientos aplicados para el control del PRSV bajo un sistema de manejo integrado.

Síntomas	Rendimiento (%)							
	Con trampas				Sin trampas			
	a ₁ b ₁ (FA)	a ₁ b ₂ (AC)	a ₁ b ₃ (FA+AC)	a ₁ b ₄ (T°)	a ₁ b ₁ (FA)	a ₁ b ₂ (AC)	a ₁ b ₃ (FA+AC)	a ₁ b ₄ (T°)
Sin PRSV	87.83%	90.20%	95.18%	99.37%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Producción (Kg/ha)	15486.71	12338.09	14126.20	16565.95	17431.00	19755.50	22075.05	19155.74
Tenues	3.56%	3.47%	2.41%	0.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Leves	3.04%	2.82%	1.31%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sano+tenue+leve	6.60%	6.29%	3.72%	0.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Producción (Kg/ha)	1163.99	860.47	551.66	105.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Moderados	3.58%	2.66%	1.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Regulares	1.99%	0.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Moderado+regular	5.56%	3.51%	1.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Producción (Kg/ha)	981.13	480.13	163.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuertes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Muy fuertes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Fuerte+muy fuerte	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Producción (Kg/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (%)	12.17%	9.80%	4.82%	0.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Total enfermos	2145.12	1340.59	714.95	105.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (Kg/ha)	17631.82	13678.68	14841.15	16671.72	17431	19755.5	22075.05	19155.74

FA = Fertilización alta; AC = Aplicación de aceite; CT = con trampas amarillas; ST = sin trampas amarillas; Testigo= Sin FA y AC.

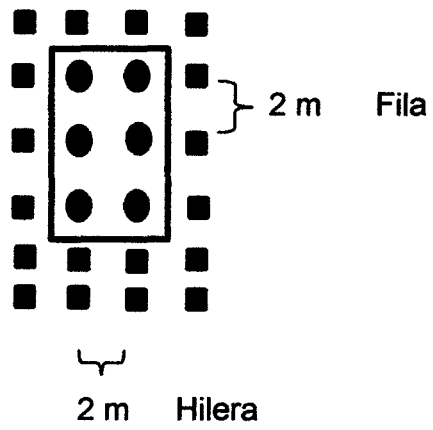


Figura 5. Detalle de una parcela experimental.



Figura 6. Untado de trampas amarillas con mezcla de aceite de motor y grasa amarilla



Figura 7. Parcela testigo absoluto, con barrera natural, sin trampas amarillas y sin barreras de pasto y plátano

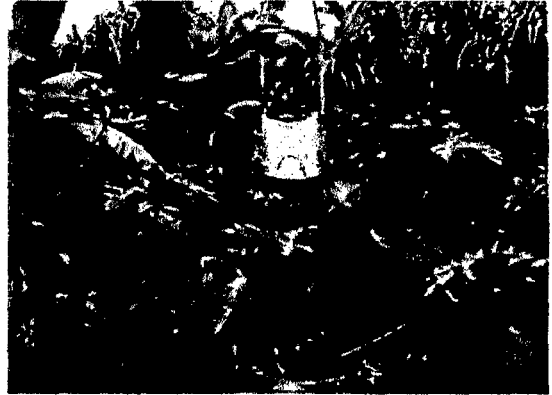


Figura 8. Vista de la unidad experimental de la parcela con trampas amarillas y barreras vegetales



Figura 9. Vista de la unidad experimental de la parcela sin instalación de trampas amarillas, con barrera de pasto king grass y plátano

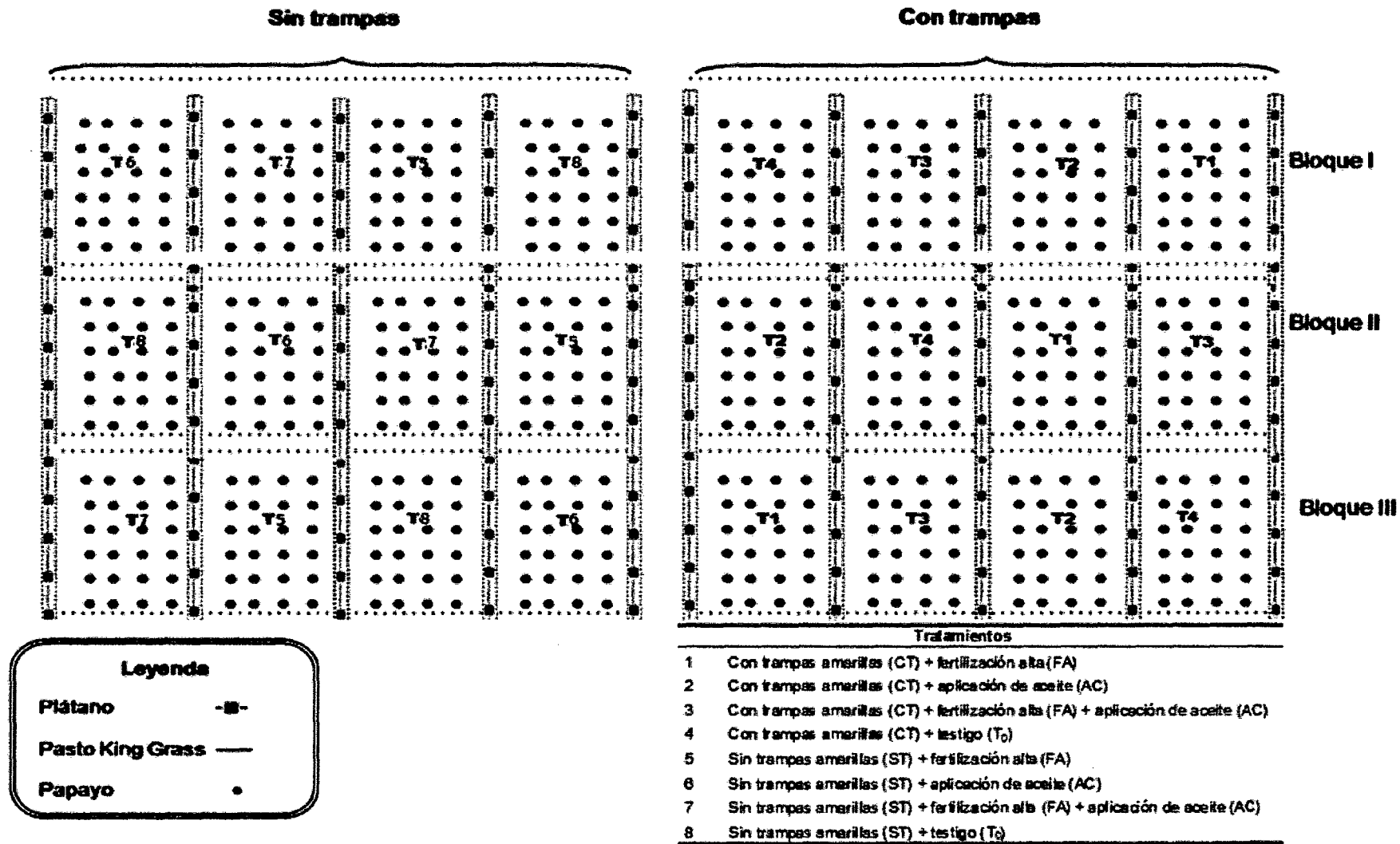


Figura 10. Croquis experimental.



Figura 11. Vista de barrera natural (caña brava) y barrera instalada de pasto y plátano



Figura 12. Aplicación de aceite mineral, direccionada a frutos y hojas de papayo



Figura 13. Síntoma del mosaico en hojas, causado por PRSV



Figura 14. Síntomas de manchas de apariencia aceitosa en tallo y pedúnculos de papayo, causados por el PRSV.



Figura 15. Planta infectada con PRSV, con frutos de diferentes grados de severidad



Figura 16. Planta infectada con PRSV, con frutos sanos

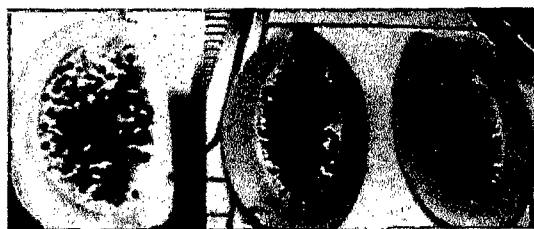


Figura 17. Izquierda fruto con PRSV, derecha fruto sano



Figura 18. Aborto de frutos producido posiblemente por exceso de humedad o antracnosis.