

## MANEJO INTEGRADO DE LA PUDRICIÓN BLANCA DEL MANZANO (*TRAMETES VERSICOLOR*) (L.: FR.) Pilát

CECILIO MENDOZA ZAMORA<sup>1†</sup>, HÉCTOR LOZOYA SALDAÑA<sup>2</sup>, MANUEL ROSAS ROMERO<sup>3</sup> & EVANGELINA PÉREZ SILVA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, México.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, México.

<sup>3</sup>Peto México Internacional, S.A. de C.V. Río Juárez 1774. Col. El Rosario, Guadalajara, Jalisco, México.

<sup>4</sup>Laboratorio de Micología. Instituto de Biología de la UNAM. Apartado Postal 70-233, Coyoacán, México, D.F. 04510.

### ABSTRACT

**INTEGRATED MANAGEMENT OF WHITE ROOT ROT IN APPLE TREES (*T. VERSICOLOR*).** *Rev. Mex. Mic.* 17: 21-31 (2001-2003). In order to quantify damage reduction by *Trametes versicolor* in apple trees, treatments involving only pruning and solarization, as well as the addition of manure, alfalfa, lime and fungicides to the soil were implemented for two consecutive growing seasons. Pruning and lime promoted a better growth development, as long as the soil pH did not exceed 7.0. Pruning and triadimenol or PCNB-thiram induced similar results. Just pruning-solarization, or pruning-alfalfa, or pruning-manure, did not reduce damage. However, the aspect of the trees improved when fungicide was included. The best combination of treatments was pruning-triadimenol. Pruning-PCNB+thiram was the second choice treatment. Pruning and lime may as well be satisfactory, provided the previously mentioned restriction.

**Key words:** Integrated management *Polyporus versicolor*.

### RESUMEN

Con el fin de cuantificar la reducción del daño por *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát en manzano, se aplicaron tratamientos que involucraron prácticas, individuales o en combinación, de poda y solarización, así como la incorporación al suelo de estiércol, alfalfa, cal y fungicidas, y la combinación de algunos de estos, durante dos ciclos consecutivos de producción. La combinación de poda y cal promovieron un mejor desarrollo del árbol, siempre y cuando la cantidad de cal no aumente el pH del suelo a más de 7.0. La poda y la aplicación de triadimenol o de PCNB + Thiram indujeron resultados similares. La poda con solo solarización, o con alfalfa o con estiércol, no redujo los daños. No obstante, el aspecto del árbol mejora cuando se aplica fungicida; la mejor combinación para el objetivo propuesto fue podar y aplicar triadimenol, con una segunda opción de podar y agregar PCNB + thiram. Podar y aplicar cal también da resultados satisfactorios, aunque con la restricción mencionada.

**Palabras claves:** Manejo integrado, *Polyporus versicolor*.

### Introducción

*Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát ataca raíces, tallo y ramas del manzano en algunas zonas de México. Los síntomas en tallo y ramas incluyen ampollamientos y cuarteaduras, corteza papulosa, una capa micelial blanquecina y pudrición blanca de la madera bajo la corteza, con muerte regresiva de ramas y la muerte del árbol. En el estado de Puebla, México se cultivan 9,248 has de manzano que representan el 12.6% de la superficie cultivada a

nivel nacional, y la principal zona productora de este frutal en este estado es el municipio de Zacatlán, donde *Trametes versicolor* se ha reportado como uno de los principales patógenos del cultivo (Mendoza *et al.*, 1999a). Los posibles factores que predisponen la enfermedad son: la nutrición pobre del suelo, el clima severo (exceso de humedad y sequía), la poda, las heridas en el árbol, el pH y el manejo del cultivo (Bergdahl y French, 1985; Wade, 1968; Kile, 1976; Covey, 1990). Por otra parte, Mendoza *et al.* (1999b) señala que *in vitro* el hongo crece mejor en un rango

de pH ácido de 4.0 a 4.5 y sugieren que esta característica puede usarse para definir algunas medidas de control del hongo en el suelo, incorporándose sustancias que neutralicen o alcalinicen el suelo y así intentar reducir su capacidad de desarrollo y el daño a las raíces; el mismo reporte menciona que el crecimiento de *T. versicolor* se inhibió 100% *in vitro* por los fungicidas sistémicos triadimenol, propiconazol, difenoconazol y tebuconazol y por la mezcla de fungicidas de contacto PCNB + thiram.

Para reducir los daños, se sugiere también manejar los huertos de tal forma que el crecimiento de los árboles cese antes del invierno, y balancear la nutrición. Los cortes de poda deben hacerse al ras y quedar en ángulo para minimizar la acumulación de agua en esas superficies (Covey, 1990 y Anónimo, 1991). Por otra parte, se sugiere no eliminar completamente las ramas superiores del árbol, ya que las ramas inferiores quedan expuestas a quemaduras de sol por donde posteriormente penetra el hongo (Anónimo, 1991).

Además de los métodos tradicionales de manejo de enfermedades con origen en el suelo, se ha empleado la solarización para reducir las poblaciones de patógenos en el suelo y de esa forma, Szejnberg *et al.* (1987) reportan el control de *Rosellinia necatrix* patógeno del manzano.

En general, no existen métodos de control específicos para *T. versicolor*, pero se sugiere extraer y quemar árboles muertos, podar ramas, hacer cirugía en troncos y sellar heridas con pintura y fungicida. Evitar heridas innecesarias en la parte aérea y evitar dañar la raíz en tiempo de sequía, además de evitar el agobio de la planta dándole la humedad y fertilización adecuadas (Agrios, 1986; Buttler & Jones, 1955; Walker, 1975). En estudios previos, se ha encontrado que la recuperación de los árboles es mayor cuando se poda y se solariza o cuando se poda y aplica al suelo paja de cebada, alfalfa y un fungicida (Solís y Flores, 1992; González, 1992; Bonilla y Macías, 1994). Tanto en el suelo como en las ramas, una vez que ha penetrado *T. versicolor* es difícil su erradicación y con una sola medida de control es imposible eliminarlo. Además, se desconocen todos los factores que predisponen la aparición y desarrollo de la enfermedad, pues en experimentos anteriores en el mismo sitio se han observado resultados en ocasiones contradictorios.

Por lo anterior y al observar importantes pérdidas en esta zona manzanera de Zacatlán, Puebla, se decidió realizar el presente ensayo de manejo integral del problema que tuvo por objetivo identificar las medidas que reduzcan los efectos de algunos de los factores involucrados en la enfermedad y cotejar los resultados obtenidos en estudios previos.

## Materiales y métodos

El ensayo se instaló en un huerto de producción comercial de manzana de la var. Rayada, en el municipio de Zacatlán, en la parte noroeste media del estado de Puebla, entre los 19° 50' y 20° 18' de latitud norte y 99° 55' y 99° 12' de longitud oeste; a una altitud entre 2,045 y 2200 msnm; temperatura media anual de 16°C; una humedad relativa entre 60-65%; con 175 días de neblina; 900 -1,200 mm de precipitación anual; 11-13 heladas por año; suelos pesados y con gran cantidad de materia orgánica y pH ligeramente ácido. Se seleccionó un huerto con daños severos de la enfermedad y prácticamente improductivo. Se evaluaron los siguientes tratamientos durante los ciclos 1995 y 1996: Testigo con poda; poda + solarización (6 m<sup>2</sup> de polietileno/árbol); poda + fungicida 1 al suelo (F1 = Triadimenol 18 ml de p.c./árbol); poda + alfalfa achicalada (6.5 kg/árbol); poda + solarización + F1; poda + alfalfa achicalada + F1; poda + cal agrícola (CaO) 6 kg/árbol; poda + fungicida 2 (F2 = PCNB + thiram 62.5 ml de p.c./árbol); poda + F2 + solarización; poda + estiércol de bovino (8 kg/árbol) + F1 y un testigo sin podar y sin incorporar ningún material al suelo. Los tratamientos, con excepción de la poda, se aplicaron en marzo (1995) y en febrero (1996) en la etapa de estado de yema e inicio de aparición de las hojas; los fungicidas se incorporaron con 18 litros de agua por árbol; la alfalfa, la cal y el estiércol se incorporaron con azadón, mezclándolos con el suelo; el período de solarización fue de 80 días en 1995 y 45 días en 1996; la poda se realizó en febrero de 1995 y en enero de 1996.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituida por un árbol de más de 15 años de edad. Los parámetros evaluados durante 1995 fueron: la longitud y diámetro de brotes, efectuándose seis evaluaciones (a intervalos de 15 días, excepto la sexta realizada 30 días después

de la quinta), para cada caso tomando 40 brotes al azar por tratamiento en cada evaluación. Asimismo, se hizo un muestreo del suelo de cada tratamiento a una profundidad de 20 cm en cada repetición, tomando 1 kg/árbol y después se mezcló y se tomó una submuestra de 1 kg, esto al inicio y final del primer ciclo y al final del segundo ciclo para realizar análisis químico y pH del mismo.

Durante 1996, se evaluó la longitud de 40 brotes seis veces (a intervalos de 15 días, excepto la sexta realizada 30 días después de la quinta) y el diámetro de los mismos tres veces (a intervalos de 40 días); los brotes se marcaron en la primera evaluación; además, se evaluó el vigor de cada árbol al final del ciclo, previo a la cosecha, con la siguiente escala: 0 = excelente (0% de síntomas aéreos = SA); 1 = muy bueno (hasta 10% de SA); 2 = bueno (hasta 20% de SA); 3 = regular (hasta 30% de SA); 4 = malo (hasta 50% de SA); 5 = muy malo (hasta 70% de SA) y 6 = árbol muerto.

También, se evaluó previo a la cosecha, el porcentaje de corteza papelosa en ramas, tomando al azar trozos de 1.0 m, de una edad de 2 años de 10 ramas/árbol de los cuatro puntos cardinales de la parte media del árbol, con la siguiente escala: 0 = rama sana; 1 = menos de 6.25% de la rama con síntomas de corteza papelosa (CP); 2 = hasta 12.5% de CP; 3 = hasta 25% de CP; 4 = hasta 50% de CP y 5 = más del 50% de CP. Asimismo, se evaluó el peso de 10 frutos por unidad experimental (árbol) y el diámetro de los mismos; además se analizó químicamente el suelo.

Las lecturas de longitud, diámetro de brotes y frutos, aspecto del árbol y muestra de rendimiento se sometieron a un análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

Los datos de corteza papelosa se transformaron a porcentajes de infección con la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), y se les aplicó el mismo análisis de varianza y la misma prueba de comparación de medias con el paquete de análisis estadístico SAS®.

Para una interpretación más práctica de los datos de longitud y diámetro de brotes en 1995, se incluye sólo el análisis conjunto de las dos últimas evaluaciones (5ª y 6ª), para el año 1996, se discute sólo la última evaluación, es decir la 6ª evaluación para longitud de brotes y la 3ª evaluación para el diámetro de los mismos.

## Resultados y discusión

### Primer ciclo

**Longitud de brotes.** En todas las evaluaciones se observó que la poda estimuló una brotación más vigorosa del árbol, tal como lo señala Calderón (1983). Comparativamente, el testigo sin poda mostró la menor longitud de brotes y es el único que es estadísticamente diferente, sin embargo, al incluir fungicida, estiércol, cal o al solarizar se obtuvieron mejores brotes que donde sólo se hizo la poda, excluyendo de esto al tratamiento de poda más alfalfa, el cual obtiene longitudes menores que el testigo con sólo poda. Todos los tratamientos donde se podó y en los que además se aplicó algún componente de control, son estadísticamente iguales y sólo difieren del testigo sin poda (Tabla 1), el cual presentó una media de 9.2 cm de longitud, mientras que el tratamiento con solo poda tuvo 43.9 cm, lo cual demuestra los beneficios de realizar esta práctica. Lo anterior se confirma en los tratamientos que además de poda incluyeron algún factor de control y que tuvieron longitudes desde 49.6 a 45.1 cm, exceptuando a poda + alfalfa que tuvo 39.1 cm (Tabla 1) y que es menor al testigo con poda (43.9 cm). La variación en longitudes dentro del primer grupo depende de los efectos del componente de control incorporado al suelo; de esta forma, se observó que al adicionar cal, aplicar los fungicidas PCNB + thiram y el triadimenol al suelo, así como el uso de la solarización en combinación con los fungicidas mencionados, y la alfalfa con el triadimenol ofrecen resultados aceptables, observándose diferencias en longitudes de brotes de 2.7 a 5.7 cm comparado con el testigo podado. De lo anterior, se deduce que los materiales incorporados ayudan a reducir los daños del patógeno y/o su incorporación favorece la nutrición del árbol, por lo que esto se manifiesta en un mayor crecimiento de los brotes. La posible explicación para la respuesta de cada material incorporado es que al incorporar cal, el suelo se neutralizó (7.0), lo que no favoreció el desarrollo del hongo, ya que según Mendoza *et al.* (1999b), *T. versicolor* crece mejor en pH ácido y por lo tanto, con poblaciones más bajas del hongo habrá un menor daño al árbol; así mismo, de acuerdo a Tisdale y Nelson (1987) favoreció la disponibilidad de fosfatos, ya que la adición de cal a suelos con pH bajo inactiva al hierro y el aluminio, aumentando así

el nivel de fósforo disponible para las plantas, por lo que se observó un mayor crecimiento de los brotes; señalan también que si el pH es mayor a 6.5, no se debe adicionar cal porque se disminuye la disponibilidad de algunos microelementos, y en nuestro caso el pH inicial era de 6.4, por lo cual sí se obtuvo una ligera respuesta, aunque no hubo diferencias significativas en las respuestas.

**Tabla 1. Comparación de los promedios de longitud de diámetro de brotes de manzano obtenidos en la quinta y sexta evaluaciones<sup>1</sup>. Zacatlán, Puebla, México. 1995.**

Tratamientos	Longitud de brotes <sup>1</sup> (cm)		Diámetro de brotes <sup>2</sup> (cm)	
7. P+ Cal	49.6	a *	.63	a *
8. P+ F2	49.6	a	.53	a b
5. P + Sol + F1	48.7	a	.57	a b
6. P + A + F1	48.6	a	.56	a b
3. P + F1	48.3	a	.63	a
9. P+ Sol + F2	46.6	a	.62	a
2. P + Sol	45.2	a	.59	a b
10. P + E + F1	45.1	a	.51	a b
1. TCP	43.9	a	.55	a b
4. P + A	39.1	a	.50	a b
11. TSP	9.2	b	.46	b

P = poda; TCP = testigo con sola poda; TSP = testigo sin poda; Sol = solarización; F1 = fungicida triadimenol (Bayfidan 250 C.E.); F2 = mezcla de fungicidas PCNB + thiram; Cal = óxido de calcio; E = estiércol de bovino; A = alfalfa achicalada; \*Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ); 1 = datos promedios de la quinta y sexta evaluación realizadas a los 120 y 150 días después de la aplicación de tratamientos; 2 = mediciones realizadas en la parte media del brote.

Los fungicidas PCNB + thiram y triadimenol *in vitro* obtienen una inhibición total de *T. versicolor* (Mendoza *et al.*, 1999b); sin embargo, al adicionar estos fungicidas al suelo solos, se observa que sus efectos son mínimos, ya que comparándolos éstos con el testigo con sólo poda, se observa un aumento en la longitud de brotes de 5.6 cm para PCNB + thiram y de 4.3 cm para el triadimenol. En general, el comportamiento de los fungicidas en el suelo según Sinha *et al.* (1988), depende de la adsorción, difusión, volatilización, lixiviación, degradación química y microbiana, fotodegradación y de la absorción por la planta; la interacción de éstos

determina la efectividad y su residualidad en el suelo. Frissel (1961) citado por Sinha *et al.* (1988) indica que todos los compuestos son fuertemente adsorbidos a pH bajos, por lo que considerando que el pH al momento de aplicarse los fungicidas estaba entre 6.0 y 6.4 en los tratamientos donde se aplicaron. Se deduce que hubo adsorción y por esta razón no se detectó un control significativo de la enfermedad, ya que en el caso del PCNB + thiram no son fácilmente lixiviados (Munnecke (1961) y Helling *et al.* (1974). Un factor importante en el control fue la adsorción a las arcillas minerales y a la materia orgánica, que son agentes importantes de adsorción (Sinha *et al.*, 1988). Aunque se sabe que el PCNB se degrada lentamente en el suelo (Caseley, 1968; Wang y Broadbent, 1972) y que por esa razón debería ofrecer un mejor control, es posible que este no se diera debido a la posible adsorción citada. Si se comparan los efectos de los dos fungicidas, se observa, que aunque no existen diferencias estadísticas significativas, se obtienen mejores resultados con el tratamiento PCNB + thiram, porque está formulado para aplicarse al suelo mientras que el triadimenol es una formulación para follaje, por lo que en el suelo es más fácilmente adsorbido a la materia orgánica de este.

Los tratamientos con solo solarización lograron brotes mayores en sólo 1.2 cm respecto al testigo con poda, lo que es el resultado, según Ramírez (1996), de que esta práctica incrementa la temperatura del suelo, reduciendo las poblaciones del patógeno y se promueve el crecimiento del árbol; sin embargo, aplicada sola, induce brotes de menor longitud que cuando se combina con fungicidas, lo cual demuestra el efecto aditivo de control y la poca efectividad de la práctica de solo solarizar en esta región.

La incorporación de alfalfa sola no ofrece beneficios en la longitud de brotes, incluso son menores que los del testigo con poda, lo cual se puede deber a que acidifica ligeramente el suelo (Tabla 3), lo que posiblemente benefició al patógeno, y aunque no es el único tratamiento que disminuyó el pH, probablemente influyó además que la alfalfa pudo haber modificado la humedad del suelo, tal como lo reporta Merwin *et al.* (1992), quien indica que en manzano se incrementaron las enfermedades al aplicarse paja que retuvo mayor humedad. Asimismo, Bandyopadhyay *et al.* (1982) opinan que los mejoradores tienen un gran contenido de



carbohidratos y otros nutrientes que probablemente sirvan como base alimenticia para la multiplicación e incremento de la virulencia del patógeno, por lo que se incrementa su potencia para causar mas enfermedad.

Cuando se aplican los fungicidas en el tratamiento previo de solarización, se observa que los resultados son prácticamente iguales que si solo se aplicaran los fungicidas. Con base en lo anterior es mas recomendable aplicar los fungicidas PCNB + thiram y triadimenol, ya que al solarizar se incrementarían los costos.

En la aplicación de triadimenol solo y cuando se aplica con alfalfa, se observó una respuesta similar en la longitud de brotes, por lo que sería conveniente, por los costos adicionales de la alfalfa, que sólo se aplicara el fungicida; mientras que la alfalfa sola tampoco obtuvo resultados satisfactorios.

El tratamiento de poda + estiércol + triadimenol, obtiene longitudes de brotes sólo 1.18 cm más grandes que los que presentó el testigo con poda, y menores a los que obtiene la aplicación del triadimenol. Es posible que el estiércol afecte la acción del fungicida, ya que según Yadav (1980) citado por Sinha *et al.* (1988) su incorporación al suelo conduce a un marcado decremento en el potencial de control de los fungicidas. Bandyopadhyay *et al.* (1982) indican es que el estiércol contiene una gran cantidad de substancias húmicas con alta capacidad para formar complejos con los químicos orgánicos; Singh (1984), reportó que altas cantidades de estiércol redujeron marcadamente la eficacia del carbendazim.

En general, para este parámetro en el primer ciclo de evaluación, se encontró que todos los tratamientos que involucraron poda son estadísticamente iguales, superando ampliamente el testigo sin poda. Sin embargo, la poda + alfalfa obtuvo longitudes de brotes menores al testigo con poda. De los tratamientos con poda sobresalen numéricamente la poda + cal, poda + PCNB + thiram, poda + triadimenol, poda + solarización + triadimenol y poda + alfalfa + triadimenol. En estos dos últimos, las diferencias son mínimas comparados con la poda + triadimenol, por lo que sería conveniente el uso de este tratamiento, además de los ya mencionados poda + cal y poda + PCNB + thiram.

**Diámetro de brotes.** Se observó que todos los tratamientos que se podaron y además en los que se

incorporó algún componente de control, se obtuvieron brotes de mayor diámetro, resultando estadísticamente iguales entre si, y sólo difiriendo del testigo sin poda (Tabla 1). Sin embargo, por no incluirse en otro grupo de igualdad estadística, destacan los tratamientos con poda + triadimenol, poda + cal y poda + solarización + PCNB + thiram, los cuales están incluidos en los mejores tratamientos detectados para longitud de brotes. La cal al incrementar el pH a 7.0 redujo la capacidad de desarrollo de *T. versicolor*, ya que de acuerdo con Mendoza *et al.* (1999b) este patógeno desarrolla mejor en pH ácido; asimismo, según Tisdale y Nelson (1987) la aplicación de cal en suelos con valores bajos de pH produce un incremento en el vigor de las plantas al aumentar el nivel de fósforo disponible, por lo cual se obtuvieron brotes con un diámetro mayor.

Respecto a los fungicidas, aunque posiblemente gran parte de ellos quedan adsorbidos a la materia orgánica del suelo, el resto ejerció efecto de control disminuyendo la población del patógeno y en consecuencia habrá menor daño en raíces, dando la oportunidad de mayor absorción de agua y nutrientes, aunque ambos acidifican ligeramente el suelo; *in vitro*, Mendoza *et al.* (1999b) demostraron que inhiben totalmente el desarrollo del hongo, y posiblemente porque en el suelo existen muchos factores que pueden afectar su eficiencia, tal como lo señalan Sinha *et al.* (1988), el control obtenido no es total.

El tratamiento de poda + alfalfa y poda + estiércol + triadimenol obtuvieron los menores diámetros (Tabla 1), por las razones expuestas en el parámetro anterior, además del testigo sin podar, lo cual coincide en gran parte con los resultados de longitud de brotes.

**Diámetro de frutos, vigor y presencia del follaje.**

El análisis estadístico no detectó diferencias significativas en este parámetro; sin embargo, los diámetros mayores se obtuvieron en los tratamientos de poda + cal, poda + triadimenol, poda + PCNB + thiram, y poda + solarización + PCNB + thiram, con 5.7, 5.7, 5.7 y 5.5 cm respectivamente, los cuales coinciden como los mejores tratamientos en los parámetros anteriormente discutidos. Los diámetros menores se detectaron en la poda + estiércol + triadimenol y en poda + alfalfa tal como se observó en longitud de brotes.

Respecto al vigor y aspecto no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, debido posiblemente a que la escala empleada no fue la adecuada, por los rangos establecidos y por el tamaño de muestra, que fue sólo el árbol que conformaba cada repetición. Sin embargo, los porcentajes de infección más bajos se detectaron en los tratamientos que involucraron poda + cal y poda + solarización + PCNB + thiram, ambos con 17.5%, seguido entre otros de la poda + triadimenol, poda + solarización + triadimenol con 20.0% y éstos seguidos de la poda + PCNB + thiram y del testigo podado. Los tratamientos que presentaron más síntomas aéreos fueron el testigo sin poda y los podados que incluyeron estiércol + triadimenol y solo alfalfa, con 30.0, 25.0 y 25.0% respectivamente. Por otra parte, en la evaluación visual de presencia de follaje al final del año, se observó que el testigo sin poda estaba defoliado, mientras que la mayoría de los podados presentaban follaje aún, pero destacan, por la abundancia de éste, los tratados con poda + cal, poda + triadimenol y poda + solarización + triadimenol, lo cual concuerda también con los mejores tratamientos detectados en los parámetros anteriores.

### Segundo ciclo

**Longitud de brotes.** Se observó que todos los tratamientos con poda fueron estadísticamente iguales con longitudes entre 76.8 y 58.4 cm, mientras que el testigo sin poda obtuvo 23.0 cm de longitud promedio (Tabla 2); debido a que la poda estimula la brotación al reducir el número de yemas vegetativas, con mayor vigor del árbol, además, de que el no podar provoca envejecimiento prematuro de los árboles, cosechas alternas y de mala calidad (Alvarez, 1988). La poda en árboles con daño en raíces y ramas, tiene como objetivo, la eliminación de ramas enfermas y de algunas sanas, para establecer un equilibrio hídrico y nutricional entre la parte aérea y la raíz, ya que al existir raíces enfermas habrá menor absorción de agua y nutrientes, cantidad que no podrá sostener toda la brotación, por lo que es necesario dirigir el vigor a un menor número de brotes.

La adición al suelo de algún componente de control tiene el objetivo de reducir las poblaciones del hongo. Aunque estos tratamientos son estadísticamente iguales a los demás tratamientos

con poda, destacan numéricamente los de poda + cal, poda + alfalfa + triadimenol, poda + triadimenol y poda + solarización + triadimenol, que tuvieron brotes de 11.9, 5.5, 4.6 y 1.2 cm mayores que el testigo con poda. Asimismo, poda + alfalfa continuó siendo menor que el testigo con poda, y en este ciclo se ubican con promedios menores también la solarización y los que involucraron al PCNB + thiram (Tabla 2).

El efecto de la cal, ya ha sido explicado, y aunque mostró la mayor longitud de brotes, se observó que casi al final del ciclo el follaje presentaba síntomas de fitotoxicidad, probablemente debido a que el pH se incrementó hasta 7.8 (Tabla 3) y con esto, según Tisdale y Nelson (1987) habrá indisponibilidad de microelementos que se manifiestan como deficiencia, y si el pH se incrementa por la adición de cantidades excesivas de cal, la disponibilidad de fosfatos será disminuida, pero en el Tabla 4 se observa que existieron altas cantidades disponibles; también, los mismos autores señalan que no debe adicionarse cal si el suelo tiene pH mayor de 6.5 por que hay posibilidades de que disminuya la disponibilidad de algunos microelementos.

La alfalfa sola induce menores longitudes de brotes que cuando se aplica con el triadimenol, debido posiblemente al efecto de control del fungicida; el cual además por sí solo y conjuntamente con la solarización obtienen resultados prometedores. La solarización presentó longitudes menores a las del testigo con poda, por lo que se deduce que el control lo ejerce el triadimenol al reducir las poblaciones del hongo en el suelo, y como resultado reduce los daños a la raíz permitiendo así una mayor absorción de agua y nutrientes, lo que se manifiesta en una mayor longitud de brotes.

Los tratamientos que incluyeron al PCNB + thiram, en este ciclo, no presentan la misma respuesta que en el ciclo anterior, posiblemente debido a que los diferentes fungicidas, según Sinha *et al.* (1988) actúan mejor dentro de un rango específico de temperatura, humedad y pH del suelo, por lo que es posible que este fungicida haya sido afectado por la menor humedad que se presentó en este ciclo; mientras que el factor pH podría descartarse como el causante de esta disminución en control, debido a que en este ciclo la adición del fungicida lo acidificó más (Tabla 3) acercándose más al pH de 5.4 que

señala Kataria y Grover (1976) como el óptimo para que el PCNB obtenga su mejor control, y aunque este fungicida acidificó el suelo, el pH no llegó al rango de 4.0 a 5.5 que señala Mendoza *et al.* (1999b) como

óptimo para el desarrollo del hongo, por lo que debe ser otro el factor causante de la disminución en control.

**Tabla 2. Comparación de medias de longitud, diámetro de brotes de manzano y porcentaje del área de ramas con corteza papelosa. Zacatlán, Puebla México. 1996**

Tratamientos	Longitud de brotes (cm) (sexta evaluación) <sup>2</sup>		Diámetro de brotes (cm) <sup>1</sup> (3ª evaluación) <sup>3</sup>		Media de infección (%) Corteza papelosa <sup>4</sup>	
7. P + Cal	78.8	a *	.83	a *	5.0	a *
6. P + A + F1	70.3	a	.81	a	4.0	a
3. P + F1	69.5	a	.81	a	7.5	a b
5. P + Sol + F1	66.0	a	.78	a	3.0	a
10. P + E + F1	65.3	a	.73	a b	6.0	a
1. TCP	64.8	a	.75	a	11.5	a b
4. P + A	64.5	a	.72	a b	6.0	a
2. P + Sol	62.2	a	.71	a b	7.0	a
9. P + Sol + F2	60.4	a	.72	a b	7.5	a b
8. P + F2	58.4	a	.72	a b	6.0	a
11. TSP	23.0	b	.54	b	22.0	b

P = poda; TCP = testigo con sola poda, TSP = testigo sin poda; Sol = solarización; F1 = fungicida triadimenol; F2 = mezcla de fungicidas PCNB + thiram; Cal = óxido de calcio; E = estiércol de bovino; A = alfalfa achicalada; \*Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ); 1 = mediciones hechas en la parte media del brote; 2, 3, 4 = lecturas realizadas 170 días después de la aplicación de tratamientos.

Al comparar los efectos de los dos fungicidas evaluados en ambos ciclos y aunque en los dos son estadísticamente iguales, se puede deducir que aunque en el primer ciclo el PCNB + thiram obtienen controles ligeramente mayores al triadimenol, en el segundo ciclo éste supera al PCNB + thiram, debido a que al haber menor humedad, el triadimenol funcionó mejor; Deall (1990) señala que con mayor precipitación la formulación 250 C.E. de este es menos efectiva, de ahí que con menor precipitación obtenga un mayor control que el PCNB + thiram.

Debido al efecto similar que se observa en los tratamientos de poda + triadimenol comparado con poda + alfalfa + triadimenol y poda + solarización + triadimenol, se sugiere el uso del primer tratamiento ya que la incorporación de alfalfa o al solarizar se incrementarían los costos y el aumento en control al aplicarlos no es significativo.

**Diámetro de brotes.** Los mejores tratamientos de los que se incorporó un factor de control, fueron la poda + cal, poda + alfalfa + triadimenol, poda + triadimenol y la poda + solarización + triadimenol

que son estadísticamente iguales al testigo con poda. Los resultados obtenidos con el tratamiento a base de cal, pueden deberse a que además de poner disponibles los fosfatos que mejoran el vigor del árbol, también provocó que la descomposición de los residuos vegetales y la degradación de la materia orgánica del suelo fueran más rápidos al favorecer la nutrición, porque los organismos responsables requieren grandes cantidades de calcio activo, tal como lo señala Tisdale y Nelson (1987), lo cual se comprueba en el análisis del Tabla 4, donde se observa que el tratamiento con cal presenta 5.1% de materia orgánica, mientras que los demás tratamientos presentan entre un 10.9 y 14.4%, resultado de lo anterior, los tratamientos con cal obtienen longitudes y diámetros mayores. La adición de cal promovió también una mayor capacidad de intercambio catiónico (Tabla 4) la cual favorece la retención de los cationes (fósforo, potasio, magnesio, calcio y sodio) quedando disponibles para la planta.

La solarización de acuerdo con Ramírez (1996) incrementa la concentración de nitrógeno en forma

de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y el nitrógeno amoniacal hasta seis veces, lo que pudo ayudar a que el tratamiento que incluyó solarización + triadimenol obtuviera diámetros de brotes aceptables.

La alfalfa incorporada, ya para este ciclo, posiblemente intensificó la actividad microbiana del suelo, y junto con los productos de su descomposición pudieron afectar al patógeno, ya que se ha demostrado que el heno de alfalfa reduce las poblaciones de algunos patógenos (Cook y Baker, 1983; Cook *et al.*, 1978); por lo que el uso de enmiendas orgánicas se ha aceptado como una forma de control biológico. Este efecto, conjuntamente con el triadimenol facilitó el crecimiento y vigor de los brotes; pero los efectos de la solarización y alfalfa en adición al del fungicida, no son suficientes para que los tratamientos sean estadísticamente diferentes al del triadimenol solo, por lo cual, es mejor hasta este momento el empleo de solo el fungicida, ya que la solarización y la alfalfa incrementarían los costos y sus beneficios no son significativos.

Cuando se aplica alfalfa o se solariza, los diámetros son menores que los del testigo con poda; de lo cual se deduce que el efecto de estas prácticas no influyen significativamente en el control del patógeno, por lo que se reitera que lo más adecuado a corto plazo es la poda con la aplicación al suelo del fungicida; sin descartarse que a largo plazo pueda influir positivamente la incorporación de la alfalfa o incluso del estiércol; mientras que la solarización puede no ser aplicable al presentarse en la región muchos días nublados o bien el tiempo de solarización en este ciclo no fue el adecuado, ya que se redujo a sólo 45 días.

Asimismo, se concluye que la poda es benéfica, pero por sí sola no soluciona el problema de la enfermedad; por lo cual, es necesario además, aplicar el fungicida para reducir la población del hongo en el suelo y subir el pH entre 6.5 y 7.0, y mantenerlo en ese rango para evitar que se incremente.

El fungicida sistémico triadimenol, según Scheinpflug & Kuck (1987) penetra rápidamente a los tejidos de la raíz, es translocado acropetalamente en el apoplasto y tiene un espectro de acción que incluye a los patógenos del suelo, entre los que se encuentran algunos basidiomicetos afectando la biosíntesis del ergosterol, componente de la membrana celular (Andrade, 1989; Mendoza-Zamora, 1992) con lo que se afecta la permeabilidad

de las membranas, la actividad de la enzima quitina sintetasa y por lo tanto el crecimiento y reproducción del patógeno; producto de lo anterior, se manifiesta una brotación más vigorosa al evitarse los daños en las raíces, debido a la presencia del fungicida, con lo cual seguramente se presentó una mayor absorción de agua y nutrientes inorgánicos manifestándose en brotes más grandes y de mayor diámetro. Por los resultados obtenidos con los fungicidas, se puede deducir que se adsorbieron a la materia orgánica del suelo, que sus dosis y la cantidad de agua con la que se aplicaron no fueron las adecuadas, o que es posible que se requiera otra aplicación, ya que una sola aplicación es insuficiente para proteger todo el período activo del árbol, ya que en estudios en otros cultivos se ha observado que después de 90 días se reduce notablemente la concentración del triadimenol (Deall, 1990). Los mejores tratamientos detectados en este parámetro coinciden con los que obtuvieron mayor longitud de brotes.

**Corteza papelosa.** Los tratamientos que obtuvieron los menores porcentajes de corteza papelosa fueron poda + solarización + triadimenol, poda + alfalfa + triadimenol, poda + cal, poda + alfalfa, poda + PCNB + thiram, poda + estiércol + triadimenol y poda + solarización (Tabla 2), destacando los primeros tres, en los cuales se incluye el triadimenol y la cal, factores que han sobresalido en los parámetros anteriormente citados.

En general, parte de la respuesta es debido a la poda, en la cual se eliminaron ramas dañadas; sin embargo, la combinación de poda + cal, poda más triadimenol con solarización o alfalfa dieron la mejor respuesta, lo que indica que el fungicida por su efecto de control directo y la cal al modificar el pH con todas sus consecuencias, ayudaron al control del patógeno. La poda y la adición de mejoradores del suelo o los fungicidas permitieron un mayor vigor de la planta, el cual evitó la presencia de mayores daños, ya que se ha observado (Bergdahl y French, 1985; Wade, 1968; Whitney, 1967; Covey, 1990) que los árboles debilitados por diferentes causas son más afectadas por el patógeno que los árboles más vigorosos.

**Diámetro, peso de frutos y vigor del árbol.** En diámetro de frutos, peso y vigor, todos los tratamientos son estadísticamente iguales y no se observa congruencia en los resultados de los tres parámetros. Sin embargo, en el diámetro destacan



poda + triadimenol, poda + PCNB + thiram, poda + solarización, poda + alfalfa + triadimenol y poda + solarización + PCNB + thiram con 7.1, 7.0, 7.0, 7.0 y 6.9 cm respectivamente, mientras que el menor diámetro lo obtiene poda + estiércol + triadimenol con 6.5 cm.

Respecto al peso, existe mayor uniformidad, obteniendo en los mejores tratamientos pesos entre 1494 y 1342 g encontrándose como los mas bajos a los dos testigos, y al de poda + estiércol + triadimenol (1132 g) y a la poda + alfalfa con 1079 g, ambos con menor peso que los testigos.

El aspecto y vigor aparente del árbol en este ciclo mejoró comparado con el ciclo anterior, el rango del porcentaje de síntomas aéreos (marchitez, defoliación, color del follaje y muerte de ramas) fue de 5.0 a 22.5%, mientras que en el ciclo anterior fue de 17.5 a 30%, lo que indica que para este ciclo los tratamientos influyeron mas en el vigor de los árboles; sin embargo, aún no se detectaron diferencias estadísticas; lo notable en este parámetro fue que el tratamiento de poda + cal, aunque mostró brotes de mayor longitud y diámetro, al final de este ciclo el follaje presentaba atizonamientos o necrosis intervenales y marginales; esto provocó la defoliación parcial de los árboles, hubo daños aéreos considerables (22.5%) disminuyendo el vigor aparente y quedando con un aspecto igual a la del testigo sin poda. Esto se debió a que al incorporar la cal, el pH se incrementó mas de lo necesario (Tabla 3) provocando que se disminuya la disponibilidad de algunos microelementos (Tisdale y Nelson, 1987). El daño observado se debe a la aplicación de la cal y a sus consecuencias y no a un posible incremento en el daño del patógeno; por lo que las cantidades que se deben aplicar, deben ser sólo las suficientes para mantener el pH entre 6.5 y 7.0

Los tratamientos que favorecieron un mejor aspecto en este ciclo fueron poda + solarización, poda + PCNB + thiram, poda + solarización + triadimenol y poda + alfalfa.

#### **Efecto de los tratamientos en el pH del suelo, materia orgánica y otros componentes del suelo.**

Los tratamientos con solarización disminuyeron ligeramente el pH, mientras que la incorporación de cal lo incrementó, y los demás tratamientos lo mantuvieron en valores similares en las tres evaluaciones (Tabla 3). El efecto más notable es el de la cal, la cual al aplicarse según Tisdale y Nelson

(1987) y lograr neutralizar el pH (7.0) produce un aumento en el crecimiento de brotes al poner disponibles los fosfatos, lo cual sucedió en el ciclo 1995; pero al aplicarse de nuevo en 1996, incrementó el pH a 7.86 provocando una disminución en la disponibilidad de fosfatos y otros microelementos, ya que éstos últimos están mas disponibles a la planta cuando disminuye el pH; por ejemplo, la solubilidad del aluminio, hierro y manganesio aumenta cuando se incrementa la acidez; por lo que en el ciclo 1996, los árboles mostraron menos vigor.

**Tabla 3. pH comparativo de tres lecturas en los tratamientos para el control de *T. versicolor*. Zacatlán, Puebla, México, 1995-1996**

Tratamiento	1	2	3
	(mar 95) pH	(dic 95) pH	(dic 96) pH
1. TCP	6.31	6.08	6.25
2. P + Sol	6.53	6.36	5.94
3. P + F1	6.01	6.26	5.96
4. P + A	6.52	6.19	6.10
5. P + Sol + F1	6.31	5.88	5.62
6. P + A + F1	6.40	6.20	5.84
7. P + Cal	6.43	7.00	7.86
8. P + F2	6.15	6.28	6.19
9. P + Sol + F2	6.48	6.38	5.72
10. P + E + F1	6.34	6.43	6.32
11. TSP	6.71	6.59	6.13

(1) Antes de aplicación de tratamientos por primera vez; (2) lectura 9 meses después de la aplicación, (3) lectura final; (P) = poda; TCP = testigo con solo poda; TSP = testigo sin poda; Sol = solarización; F1 = fungicida triadimenol; F2 = mezcla de fungicidas PCNB + thiram; Cal = óxido de calcio; E = estiércol de bovino; A = alfalfa achicalada.

La solarización disminuyó el pH paulatinamente (Tabla 3). El efecto de la solarización posiblemente ayudó a que algunos microelementos como lo señalan Tisdale y Nelson (1987) estuvieran más disponibles favoreciendo el desarrollo de brotes; el bloqueo de fosfatos al bajar el pH no sucedió según el análisis final del suelo, donde observamos que la cantidad de fósforo en los tratamientos con solarización es similar a la encontrada en otros tratamientos con excepción del que incluyó cal; asimismo, en los tratamientos solarizados se incrementó el nitrógeno inorgánico (nitratos y amonio) (Tabla 4).

Por otra parte Tisdale y Nelson (1987) indican que al adicionar cal se favorece la nitrificación y se degrada más rápido la materia orgánica, lo cual aquí se constató al observar que en el tratamiento con cal se detecta la menor cantidad de materia orgánica (5.1%), mientras que todos los demás tratamientos están en el rango de 10.9 a 14.4% (Tabla 4). En el tratamiento con cal se obtuvieron 19.74 ppm de fósforo, lo cual confirma lo mencionado por Tisdale y Nelson (1987), respecto a la no disponibilidad del fósforo cuando el pH se eleva, ya que los demás tratamientos presentan una cantidad de fósforo muy inferior, en el rango de 1.03 a 3.35 ppm, lo que indica que en éstos sí estuvo disponible y fue tomado por las plantas. La no disponibilidad de fósforo provocó en el tratamiento con cal que se presentara

un menor vigor en 1996 que en 1995, cuando sí estuvo disponible y el árbol tuvo mayores brotes y mejor vigor y por razones obvias se observa un incremento notable en ppm de calcio (7484.15), comparado con el rango de 1570.49 a 2255.74 ppm que presentan los otros tratamientos. También se incrementó ligeramente la capacidad de intercambio catiónico, superando a la de los otros tratamientos.

La alfalfa incrementó el nitrógeno inorgánico cuando se aplicó con triadimenol. También incrementó las concentraciones de calcio y magnesio en mayor proporción cuando se aplicó con el fungicida que cuando se aplicó sola, mientras que el estiércol aumentó la materia orgánica, el calcio y magnesio (Tabla 4).

**Tabla 4. Análisis del suelo después de dos años de tratamiento. Zacatlán, Pue.**

Tratamientos	MO (%)	N-inorg. (ppm)	P (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	CIC meg/100g
1 TCP	13.74	11.2	1.03	42	778	1859.02	79.53	56.54
2 P + Sol	13.74	15.4	2.98	42	768	1773.77	80.43	52.40
3 P + F1	13.05	12.6	3.23	44	722	1570.49	65.71	53.78
4 P + A	13.74	12.6	2.01	56	916	1921.31	101.2	57.23
5 P + Sol + F1	13.05	30.1	1.76	52	712	1645.90	66.31	57.92
6 P + A + F1	10.99	35.0	1.27	100	1728	2059.02	102.52	55.16
7 P + Cal	5.16	11.9	19.74	52	852	7484.15	92.76	59.99
8 P + F2	11.68	7.0	1.76	40	586	1367.21	55.04	52.40
9 P + Sol + F2	11.34	14.7	1.64	44	762	1265.57	59.10	55.85
10 P + E + F1	14.43	13.3	2.25	48	838	2255.74	167.07	53.09
11 TSP	10.99	8.4	3.35	42	694	1626.23	69.16	50.33

TCP = testigo con solo poda; TSP = testigo sin poda; Sol = solarización; F1 = Fungicida triadimenol; F2 = mezcla de fungicidas PCNB + Thiram; Cal = óxido de calcio; E = estiércol de bovino; A = alfalfa acicalada.

En general, después de dos ciclos de evaluación se observó que los tratamientos que promueven un mayor desarrollo del árbol son la poda + cal, poda + triadimenol, poda + solarización + PCNB + thiram, poda + solarización + triadimenol, poda + PCNB + thiram, y poda + alfalfa + triadimenol; sin embargo, el efecto de incluir la solarización y a la alfalfa es mínimo comparado con aquellos que involucran sólo algún fungicida, por lo que no es recomendable a corto plazo la inclusión de estos dos factores, además del estiércol, ya que incrementarían los costos.

Posiblemente, si se evalúa un mayor número de ciclos y se analiza el incremento y beneficio de los organismos benéficos, y los cambios en el suelo,

cuando se incorporan las enmiendas o cuando se solarice, se decida que es conveniente su utilización. Lo observado en este estudio indica que éstos no ofrecieron resultados prometedores, por lo que es mejor la utilización de los tratamientos poda + cal, siempre y cuando la cantidad adicionada al suelo no aumente el pH arriba de 7.0, y los tratamientos poda + triadimenol y poda + PCNB + thiram.

La poda con solarización o con alfalfa o con estiércol no ofrecen resultados adecuados, solamente lo hacen cuando se adiciona el fungicida.

Se concluye que los tratamientos que promueven un mayor desarrollo del árbol son poda + cal, poda + triadimenol y poda + PCNB + thiram. En el caso de

la cal, la cantidad incorporada al suelo, no debe incrementar el pH arriba de 7.0

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N., 1986. **Fitopatología**. Ed. Limusa, México, D.F.
- Alvarez, J.L., 1988. **La poda del manzano**. Manual Técnico. Fruticultura. Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Andrade, V.O., 1989. Fungicidas inhibidores de la síntesis de esteroides. II. Usos y limitaciones en el control de enfermedades de cereales. In: La Torre G.B. (Ed.) **Fungicidas y nematocidas**, Colección en Agricultura. Píntifia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 53-70.
- Anónimo, 1991. **Integrated Pest Management for Apples and Pears**. University of California, Publication 3340 U.S.A.
- Bandyopadhyay, R., J.P.S. Yadav, H.R. Kataria, R.K. Grover, 1982. Fungicidal control of *Rhizoctonia solani* in soil amended with organic manures. **Ann. Appl. Biol.** 101: 251-256.
- Bergdahl, D.R., D.W. French, 1985. Association of wood decay fungi with decline and mortality of apple trees in Minnesota. **Plant Dis.** 69: 887-890.
- Bonilla Chavez, J.E., P. Macías-Canales, 1994. **Manejo integrado de las enfermedades radicales del manzano (*Malus pumilla* Mill) en Zacatlán, Puebla**. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Buttler, E.J., S.G. Jones, 1955. **Plant Pathology**. McMillan. Co. Great Britain.
- Calderon, E.A., 1983. **La poda de los árboles frutales**. Ed. Limusa, México, D.F.
- Caseley, J.C. 1968. The loss of three cloronitrobenzene fungicides from the soil. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.** 3: 180-193
- Cook, R.J., M.G. Boosalis, B. Doupnik, 1978. Influence of crop residues on plant disease. In: Crop residue management systems. **Am. Soc. Agron. Spec. Publ.** 31, Madison, WI.
- Cook, R.J., K.E. Baker, 1983. **The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens**. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Covey, R.P. Jr., 1990. Wood rots. In: Jones A.L., H.S. Aldwinckle (ed.), **Compendium of Apple and Pear Diseases**. APS Press, St. Paul, Minn. pp. 43.
- Deall, M.W., 1990. Studies on the control of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) with Bayfidan® GR. In Zimbabwe. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayern** 43: 203-216.
- González, R.I., 1992. **Métodos de control de las pudriciones de raíz y tronco del manzano (*Malus pumilla*, Mill), en Zacatlán, Puebla, México**. Tesis profesional Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Helling, C.S., D.G. Dennison, D.D. Kaufman, 1974. Fungicide movement in soil. **Phytopathology** 64: 1091-1100.
- Kataria, H.R., R.K. Grover, 1976. Some factors affecting the control of *Rhizoctonia solani* by systemic and non-systemic fungicides. **Ann. Appl. Biol.** 82: 267-271.
- Kile, G.D., 1976. The effect of season of pruning and of time since pruning upon changes in apple sapwood and its susceptibility to invasion by *Trametes versicolor*. **Phytopathol. Z.** 87: 231-240.
- Mendoza-Zamora C., 1992. **Fungicidas sistémicos y su modo de acción**. Depto. de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.
- Mendoza-Zamora C., H. Lozoya, M. Rosas, E. Pérez, 1999a. *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát. Causante de la pudrición blanca del manzano. **Rev. Mex. Mic.** 15: 41-48.
- Mendoza-Zamora C., H. Lozoya, E. Pérez, M. Rosas, 1999b. Comportamiento y control *in vitro* de *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát. **Rev. Mex. Mic.** 15: 41-48.
- Merwin, I.A., W.F. Wilcox, W.C. Stiles, 1992. Influence of orchard ground management on the development of *Phytophthora* crown and root rots of apple. **Plant Dis.** 76:199-205.
- Munnecke, D.F. 1961. Movement of non volatile diffusible fungicides through columns of soil. **Phytopathology** 51: 593-599.
- Ramírez, V.S., 1996. **La solarización del suelo: un método sencillo para controlar patógenos y malas hierbas**. Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México.
- Scheinpflug, H., K.W. Kuch, 1987. Sterol biosynthesis inhibiting. Piperazine, Pyridine, Pyrimidine and azole fungicides. In: H.L. Lyr (ed.), **Modern Selective Fungicide, Properties, Applications, Mechanisms of Action**. Longman. UK Ltd. London. pp. 173-204.
- Singh, P., 1984. **Effect of some soil factors on uptake, adsorption and disease controlling potential of carbendazim**. Ph. D. Thesis, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, India.
- Sinha, A.P., K. Singh, A.N. Muckhopadhyay, 1988. **Soil fungicides**. Vol. II. CRC. Press, Inc. Florida, U.S.A.
- Solís, A.H., F. Flores V., 1992. **Manejo integrado de las enfermedades radicales del manzano en Zacatlán, Puebla, México**. Tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Szteinberg, A., S. Freeman, Y. Chet, J. Katan, 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchard by solarization and *Trichoderma harzianum*. **Plant Dis.** 71: 365-369.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, 1987. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. UTEHA. S.A. México.
- Townsend, G.R. & J.W. Heuberger, 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. **Plant Dis. Rep.** 27: 340-343.
- Wade, S.C., 1968. The influence of mineral nutrition on the susceptibility of apple trees to infection by *Trametes versicolor*. **Aust. Exp. Agric. Anim. Husb.** 8: 436-439.
- Walker, J.C., 1975. **Patología vegetal**. 3a edición. Omega. Barcelona.
- Wang, C.H., F.E. Broadbent, 1972. Kinetics of losses of PCNB and DCNA in three California soils. **Soil. Sci. Soc. Am. Proc.** 36: 742-745.
- Whitney, R.D., 1967. Comparative susceptibility of large and small spruce roots to *Polyporus tomentosus*. **Can. J. Bot.** 45: 2227-2229.

Recibido: 29 de noviembre, 2000. Aceptado: 11 de septiembre, 2001.  
Solicitud de sobretiros: Evangelina Pérez Silva.