



Revista Mexicana de Fitopatología

ISSN: 0185-3309

mrlegarreta@prodigy.net.mx

Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.

México

Ramírez Legarreta, Manuel Rafael; Jacobo Cuéllar, Juan Luis; Ávila Marioni, Mario René; Parra Quezada, Rafael Ángel
Eficiencia del Uso de Plaguicidas en Huertos de Manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. domestica (Borkh.) Mansf.] en Chihuahua, México
Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 22, núm. 3, diciembre, 2004, pp. 403-413
Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222314>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Eficiencia del Uso de Plaguicidas en Huertos de Manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] en Chihuahua, México

Manuel Rafael Ramírez-Legarreta, Juan Luis Jacobo-Cuéllar, Mario René Ávila-Marioni y Rafael Ángel Parra-Quezada, INIFAP, Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Apdo. Postal 554, Zona Centro, Cuauhtémoc, Chihuahua, México CP 31500.
Correspondencia: mrlegarreta@prodigy.net.mx

(Recibido: Abril 12, 2004 Aceptado: Julio 21, 2004)

Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Ávila-Marioni, M.R., y Parra-Quezada, R.Á. 2004. Eficiencia del uso de plaguicidas en huertos de manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:403-413.

Resumen. Durante el período 2001-2002 se monitoreó el uso de plaguicidas (fungicidas, bactericidas, insecticidas y acaricidas), producción de manzana, pérdidas de cosecha ocasionadas por plagas, las principales plagas y el daño causado, temperatura y precipitación pluvial en 13 huertos de manzano tipificados en baja, mediana, y alta tecnificación. La eficiencia del uso de plaguicidas se determinó mediante el registro total de frutos en el árbol después del aclareo, menos los frutos caídos durante el ciclo por efecto de plagas y enfermedades, dividido entre el coeficiente de impacto ambiental multiplicado por 100. El proceso seguido en los huertos se comparó con el sistema de manejo integrado de plagas (MIP) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se realizó análisis de residuos en fruto recién cosechado. Las herramientas estadísticas utilizadas fueron regresión y comparación de medias para los aspectos biológicos y un análisis de presupuesto parcial para estimar la rentabilidad de los sistemas de producción. Los resultados obtenidos indican que la eficiencia de uso de plaguicidas fue estadísticamente similar en los estratos de alta y mediana tecnificación y superiores a los de baja tecnificación. El coeficiente de impacto ambiental fue superior durante el 2002, en relación al 2001; sin embargo, en ambos ciclos el uso de plaguicidas muestra excesos (340 y 217%) en relación al MIP-INIFAP. Por otro lado, el análisis de residuos de plaguicidas en frutos señaló que los huertos de mediana tecnificación, acumularon mayor cantidad de residuos, luego los de alta y finalmente los de baja tecnificación. Todos los residuos estuvieron por debajo de los límites permitidos por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América.

Palabras clave adicionales: Sustentabilidad, manejo integrado de plagas, rentabilidad.

Abstract. During the 2001-2002 apple growing seasons, information was obtained from 13 apple orchards in relation to pesticide spray records (fungicides, bactericides, insecticides, and miticides), yield, yield losses, monitoring of the main crop pests, tree phenology, temperature and rainfall. The orchards were categorized in three levels of technology: low, medium, and high. The efficiency of pesticide use was evaluated by estimating total fruit on the tree before thinning minus fallen fruit during the crop season due to pests and diseases, divided by the quotient of environmental impact multiplied by 100. The agricultural management followed in those orchards was compared with the IPM system of the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP). Analysis of residue was evaluated on fruit freshly harvested. The statistical tools for biological components was done through regression and mean comparisons, and a partial budget analysis to estimate the economic profit of the production systems. The results indicated that the efficiency of pesticide use was statistically similar for high and medium levels of technology and different and superior to the low level. The environmental impact quotient during 2002 was higher than in 2001; however, the use of pesticides in both crop seasons showed excess (340 and 217%) in relation to INIFAP-IPM system. On the other hand, analysis of pesticide residue in fruit showed that orchards with medium level of technology accumulated the greatest amount, followed by orchards with high and low levels of technology. All pesticide residues were below current tolerance EPA levels.

Additional keywords: Sustainability, integrated pest management, profitability.

El proceso de globalización de los bienes agrícolas, exige el incremento de la eficiencia de los sistemas de producción y la incorporación de nuevos parámetros de calidad en la comercialización de los mismos. Las 30,000 ha plantadas con manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] en el estado de Chihuahua, México, se encuentran bajo las premisas señaladas; resalta la necesidad

de aspectos de eficiencia dentro del sistema de producción, impacto al ambiente, y niveles de residuos en el producto final. La primera parte es importante debido a los altos costos registrados en el manejo de plagas del cultivo (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuéllar, 2002), ya que son parte fundamental de la competitividad del cultivo. La segunda parte se encuentra relacionada a la longevidad biológica del sistema de producción, en términos de impacto al ambiente por el uso de plaguicidas; en estudios anteriores se determinaron excesos provocados por la aplicación de plaguicidas de hasta el 73% en relación al rango determinado por el uso del MIP (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuéllar, 2002). El tercer aspecto se enfoca hacia los residuos de plaguicidas que llegan al consumidor como aspectos básicos de inocuidad alimentaria y calidad del fruto. Se ha definido como niveles tolerantes de plaguicidas, a la cantidad máxima de residuos que pueden tener los productos agrícolas cuando están próximos a comercializarse. Las tolerancias son niveles que proporcionan márgenes para proteger la salud pública, y están basadas en el porcentaje de plaguicidas o sus derivados que pueden permanecer en el producto y se expresan en partes por millón (1% significa 10000 ppm; 10 ppm equivale a 0.001%). Generalmente, las tolerancias se encuentran en el rango de 1-10 ppm (Stimmann y Melnicoe, 1994). En 1994, la agencia de protección ambiental de los EUA publicó una lista de 35 combinaciones de plaguicidas/cultivo que podrían ser cancelados por sus cualidades cancerígenas, entre éstas se encontraban 10 plaguicidas comúnmente empleados en manzano, tanto en los EUA como en México (benomyl, captan, dicofol, dimethoato, mancozeb, maneb, oxyfluorfen, propargite, thyophanato metílico, y triadimefon) (Stimmann y Melnicoe, 1994). El objetivo del presente trabajo fue definir los efectos de la toma de decisiones para la aplicación de plaguicidas por los productores de manzana, sobre la eficiencia de uso, impacto ambiental, residualidad y rentabilidad de los sistemas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estratos de tecnificación. Durante el período 2001-2002 se seleccionaron 13 huertos de la región Noroeste del estado de Chihuahua, distribuidos en tres estratos de tecnificación según Jacobo-Cuéllar *et al.* (1999): 1) baja tecnificación (BT). Tres huertos: riego rodado, en ocasiones con restricción de agua, sin malla antigranizo, sin calefacción para el control de heladas, y con recursos limitados para el uso de insumos; 2) media tecnificación (MT). Cinco huertos: riego rodado con calefacción, sin malla antigranizo, sin limitante en el uso de los recursos y asesoría técnica ocasional; 3) alta tecnificación (AT). Cinco huertos: riego por microaspersión, calefacción, malla antigranizo, sin limitante en el uso de insumos y con asesoría técnica permanente. En todos los huertos se seleccionaron áreas de muestreo de cinco árboles por cultivar (Golden y Red Delicious), donde se tomaron las variables evaluadas.

Variables evaluadas. Manejo operativo del huerto. En cada

uno de los huertos se llevó a cabo una bitácora de acciones realizadas con plaguicidas (dosis, productos y fechas, y etapas fenológicas). Manzano. Se registraron en cuatro ramas con orientación N, S, E, y O de los cultivares Golden y Red Delicious (cinco árboles de cada uno), los estadíos fenológicos de dormancia, punta verde, media pulgada verde, racimo estrecho, rosa completo, floración completa, caída de pétalos y amarre de fruto. En los brotes del año se midió el crecimiento vegetativo en centímetros y la emergencia de hojas numeradas por orden de aparición. Se determinó el diámetro de fruto durante todo el ciclo de cultivo hasta cosecha, estimándose ésta mediante el conteo total de frutos en los árboles de evaluación, y su relación con el diámetro de fruto final (Ramírez-Legarreta *et al.*, 1999). Muestreo fitosanitario. En cada uno de los 10 árboles (Red Delicious y Golden Delicious) se procedió a monitorear los elementos relacionados a los patosistemas, la toma de decisiones del manejo y el daño resultante: 1) Cenicilla [*Podosphaera leucotricha* (Ellis y Everh.) E.S. Salmon], Se registró el número de terminales vegetativas infectadas con el hongo, y posteriormente se evaluó la incidencia mediante el número de hojas que presentaron sintomatología (Horsfall y Cowling, 1978), evaluando también la cantidad de tejido dañado expresado en por ciento (Horsfall y Barrat, 1945). Lo anterior se llevó a cabo en forma semanal en cuatro ramas por árbol con orientación N, S, E, y O en los cultivares Golden y Red Delicious. 2) Tizón de fuego [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow, Broadhurst, Buchanan, Krumwiede, Rogers y Smith], se contabilizó el número de racimos florales afectados por la enfermedad en cada uno de los árboles en estudio. 3) Pudrición de cuello (*Phytophthora* spp.), se evaluó el número de árboles enfermos por pudrición de cuello en la totalidad del huerto, estimando el porcentaje total de daño. 4) Corazón mohoso (*Alternaria* spp.), en el cultivar Red Delicious, se colectaron los frutos caídos de cada árbol a intervalos semanales, abriéndolos por los polos para definir la presencia de síntomas de la enfermedad e identificando la causa de la caída (polinización, acciones mecánicas, palomilla, etc.) (Ellis y Barrat, 1983). 5) Palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* Linneo), la fluctuación poblacional se siguió con trampas tipo ala y atrayente sexual. Las lecturas se llevaron a cabo dos veces por semana (Barnett *et al.*, 1991; Brunner, 1993). 6) Chicharrita (*Typhlocyba pomaria* McAfee), el muestreo se orientó hacia adultos, mediante la inspección semanal de trampas amarillas adherentes (Elsner, 1993), y el daño se cuantificó mediante el porcentaje de área foliar dañada en las mismas ramas utilizadas para la evaluación de cenicilla del manzano (Jacobo-Cuéllar *et al.*, 2000). 7) Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum* Hausmann), se contabilizaron colonias aéreas de pulgones en cada uno de los árboles de la parcela de evaluación. Frecuencia de muestreo. Para cada uno de los elementos mencionados anteriormente, el muestreo se realizó dos veces por semana durante el período brotación-amarre de fruto, y una vez por semana en crecimiento vegetativo y de fruto. Climáticas. Se midieron algunas variables

recomendadas para la elaboración de modelos fenológicos en sistemas poiquilotérmicos (Jones, 1991; 1993), como temperaturas horarias para el cálculo de unidades térmicas (Zalom *et al.*, 1983) y precipitación. Eficiencia del uso de plaguicidas (EUP). Se evaluó mediante la estimación total de frutos en el árbol después del aclareo, menos los frutos caídos durante el ciclo relacionados a plagas y enfermedades, dividido entre el coeficiente de impacto ambiental multiplicado por 100. Impacto ambiental. El impacto ambiental de los diversos programas de control químico por huerto y ciclo se evaluó mediante la metodología propuesta por Kovach *et al.* (1992), Levitan *et al.* (1995) y Levitan (1997). Residualidad en fruto. Previo a cosecha se tomaron muestras de manzana (3 kg por huerto) de la parcela de evaluación en cada huerto. En el laboratorio de análisis de residuos del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato se determinaron los siguientes compuestos: Insecticidas: azinfos metílico, fosmet, clorpirifos, endosulfan, carbaryl, dimetoato, paratión metílico, ometoato y propargite. Fungicidas: captan, triadimefon, fosetyl-al, myclobutanil, benomyl, fenarimol, tiabendazole y mancozeb (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuéllar, 2002). Los resultados de los análisis fueron comparados con los niveles tóxicos para humanos definidos por EPA-IRIS (1999). Análisis económico. Se llevó a cabo mediante los presupuestos parciales (Perrin *et al.*, 1979) de los esquemas de uso de plaguicidas monitoreados. Análisis estadístico. Se realizó mediante comparación de medias (DMS $P > 0.05$) y regresión. Sistema MIP-INIFAP. En todos los huertos evaluados, la toma de decisiones de los productores se comparó con la toma de decisiones del sistema de manejo integrado de plagas en manzano del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), validado comercialmente durante los ciclos 1999-2000 (Ramírez-Legarreta *et al.*, 2004) con los siguientes componentes: utilización de un modelo de pronóstico para palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*) (Jacobo-Cuéllar y Ramírez-Legarreta, 1999), la utilización de feromona sexual para la disrupción del apareamiento, y el reinicio del conteo de unidades térmicas cuando ocurrieran precipitaciones mayores de 12.5 mm (Brunner, 1993; Jacobo-Cuéllar y Ramírez-Legarreta, 1999); una curva de inóculo inicial para la cenicilla del manzano (*Podosphaera leucotricha*) (Ramírez-Legarreta *et al.*, 2002); la aplicación del modelo MARYBLTY (Steiner 1989; Stienner y Lightner, 1996), y el cero riego durante floración para *Erwinia amylovora* (Ramírez-Legarreta *et al.*, 2000); un modelo de predicción para el corazón mohoso de la Red Delicious (*Alternaria* spp.) (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuéllar, 1999); el manejo del pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*) (Jacobo-Cuéllar y Ramírez-Legarreta, 2000) y la pudrición de cuello (*Phytophthora* spp.) (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuéllar, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso de plaguicidas. Insecticidas. Durante el año 2002 se

detectó un incremento por hectárea de 39.49% del volumen de insecticidas utilizados en relación el 2001 (Cuadro 1), año en donde el producto más utilizado fue azinfos metílico (Gusación), seguido de carbaryl (Sevin), fosmet (Imidan), y clorpirifos (Lorsban); sin embargo, para el 2002, fueron el clorpirifos, seguido por fosmet, azinfos metílico, y carbaryl.

Cuadro 1. Insecticidas e ingrediente activo (kg.ha⁻¹) utilizados durante el período 2001-2002 en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) con diferente tipificación tecnológica en Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

Insecticida	2001	2002	Total
Gusation (azinfos metílico)	13.287	14.750	28.037
Sevin (carbaryl)	9.920	12.860	22.780
Imidan (fosmet)	6.700	14.358	21.058
Lorsban (clorpirifos)	4.250	15.750	20.000
Dimetoato (dimetoato)	5.200	1.600	6.800
Parathion (paration)	0.750	4.350	5.100
Thiodan (endosulfan)	0.000	1.155	1.155
Kelthane (dicofol)	0.000	0.860	0.860
Kilval (vamidotion)	0.000	0.600	0.600
Total	40.107	66.283	106.39

El producto más empleado en ambos ciclos fue azinfos metílico, seguido de carbaryl, fosmet, y clorpirifos. Todos estos productos se usan para el manejo de la palomilla de la manzana. Fungicidas-bactericidas. Durante el 2001 y 2002 se aplicaron 15 productos en total, de los cuales tres fueron bactericidas, 11 fungicidas y uno que cumple ambas funciones (Cuadro 2). Las cantidades empleadas en ambos ciclos fueron prácticamente similares, observándose una ligera disminución durante el 2001. Los principales ingredientes activos utilizados fueron: captan, azufre, mancozeb, cobre, y fosetyl-

Cuadro 2. Ingrediente activo (kg.ha⁻¹) de fungicidas y bactericidas utilizados durante el período 2001-2002 en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) con diferente tipificación tecnológica en Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

Fungicida/Bactericida	2001	2002	Total
Captan (captan)	21.650	24.500	46.150
Azufre (azufre)	27.000	12.300	39.300
Dithane (mancozeb)	14.400	6.800	21.200
Cobre (cobre)	4.000	6.000	10.000
Aliette (fosetyl-al)	1.600	7.200	8.800
Terramicina (terramicina)	0.840	6.469	7.309
Rally (myclobutanil)	2.060	3.876	5.936
Cuprimicin (estreptomycin)	0.400	4.360	4.760
Agrymicin (estreptomycin)	2.160	2.070	4.230
Tecto (tiabendazole)	2.640	0.600	3.240
Ziram (ziram)	0.000	1.520	1.520
Rubigan (fenarimol)	0.654	0.468	1.122
Bayleton (triadimefon)	0.112	0.875	0.987
Benlate (benomyl)	0.200	0.300	0.500
Flint (éster metil)	0.000	0.150	0.150
Total	77.716	77.488	155.204

al. La distribución por estrato de tecnificación se muestra en la Figura 1. En 2001, los huertos tipificados como de baja tecnificación utilizaron la mayor cantidad de i.a. por hectárea, seguidos por los de alta y media tecnificación. Lo anterior

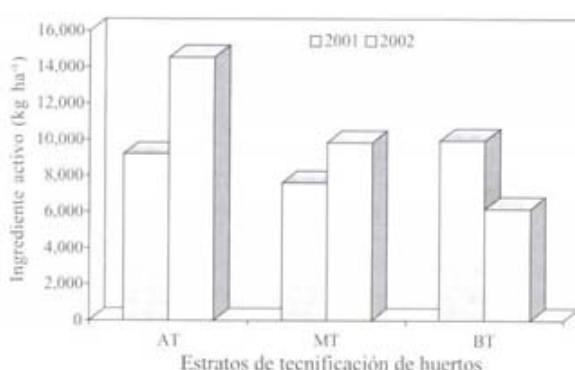


Fig. 1. Ingrediente activo (kg ha^{-1}) promedio de plaguicidas utilizados en tres estratos de tecnificación de huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*), en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante el 2001-2002. AT = Alta, MT = mediana, y BT = baja tecnificación.

debido al uso del azufre, un producto de bajo costo y de grandes volúmenes de aplicación. En 2002, los mayores volúmenes de utilización correspondieron a los de alta tecnificación, seguidos por los de mediana y los de baja tecnificación, situación detectada y considerada normal en estudios anteriores (Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuellar, 2002). Eficiencia de uso de plaguicidas (EUP). El Cuadro 3 señala la eficiencia promedio por año y por cultivar en cada estrato de tecnificación. Cada uno de los apartados, es comparado con la toma de decisiones del sistema de MIP-INIFAP, mediante los mismos datos biológicos y de clima de cada huerto. El MIP-INIFAP incrementó substancialmente

los valores de EUP en los estratos de alta y mediana tecnificación, no así en los de BT, en los cuales aunque existió incremento, éste no representó la magnitud detectada en los dos estratos restantes. El análisis estadístico (DMS, $p > 0.05$) del ciclo 2001, indicó que las EUP promedio de cultivares en el estrato de AT, fueron superiores mediante el sistema de MIP-INIFAP. En el estrato de MT la tecnología INIFAP fue superior solamente en el cultivar Golden Delicious, y en BT ambos sistemas de manejo resultaron similares estadísticamente. Durante el ciclo 2002 el comportamiento fue similar, aunque en MT el sistema MIP-INIFAP resultó superior al productor en ambos cultivares, repitiéndose el resultado de igualdad estadística en el estrato de baja tecnificación. La comparación dentro del mismo sistema de manejo (productor), indicó que fueron estadísticamente similares en los estratos de alta y mediana tecnificación y superiores a los de baja tecnificación, en tanto que en el sistema MIP-INIFAP, la similitud se da en los huertos de mediana y baja tecnificación. Esta configuración es importante ya que la baja eficiencia permite la similitud de los estratos superiores, cuando ésta se incrementa, la similitud se da en los estratos inferiores. Impacto ambiental. La Figura 2A, esquematiza el comportamiento del coeficiente de impacto ambiental durante los ciclos 2001-2002, acumulado de manera mensual e interpretado con base a la acumulación de unidades térmicas (punto crítico 7°C) a partir del 1 de enero. En el 2001 el impacto ambiental fue alto durante abril y mayo, disminuyendo a partir de junio (cada punto en el gráfico representa un mes) e incrementándose nuevamente durante julio y agosto. El ciclo 2002 presenta un coeficiente de impacto ambiental menor durante enero a mayo, sin embargo se incrementa a partir de julio, agosto, y septiembre. En términos de coeficiente acumulado, 2002 fue superior a 2001; cuando se compara la toma de decisiones del productor con la del MIP, el cual debe de considerarse como el máximo permisible (Figs. 2B y C), se observa que el manejo del productor excedió en un 350% y en un 217% en 2001 y 2002, respectivamente. En análisis similares con el cultivo de papa

Cuadro 3. Eficiencia promedio de uso de plaguicidas en tres estratos de tecnificación de huertos y dos cultivares de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*), mediante el manejo del productor y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con los mismos rendimientos y pérdidas del primero en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante 2001-2002.

Tecnol. huertos ^a	2001				2002				Promedio ^c Prod. INIFAP	
	Productor		INIFAP		Productor		INIFAP			
	GD ^b	RD	GD	RD	GD	RD	GD	RD		
AT	6.37b	8.70b	30.02a	33.43a	2.85b	4.57b	23.17a	36.62a	5.6bA	30.8aA
MT	6.74b	6.91a	21.86a	17.04a	4.28b	4.34b	17.18a	14.30a	5.5bA	17.5aB
BT	1.97a	2.80a	4.76a	4.96a	3.16a	1.16a	9.64a	2.68a	2.2bB	5.51aB

^aAT = Alta, MT = mediana, BT = baja tecnificación.

^bGD = Golden Delicious; RD = Red Delicious.

^cEntre años y cultivares. Letras iguales son estadísticamente similares ($p = 0.05$). Letras minúsculas indican comparación entre productor-INIFAP y dentro del mismo cultivar. Letras mayúsculas indican comparación entre estratos de tecnificación.

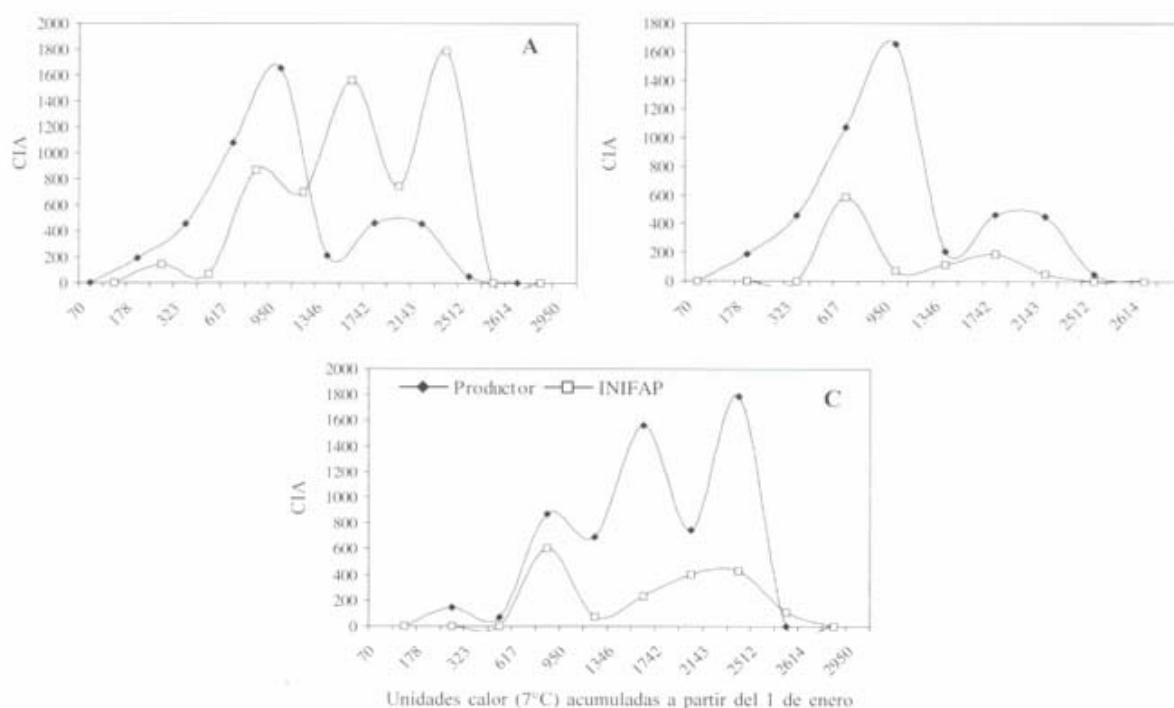


Fig. 2. Coeficiente del impacto ambiental (CIA) en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) con diferente nivel de tecnificación. A) Productor 2001-2002; B) Productor e INIFAP 2001; C) Productor e INIFAP 2002. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

(*Solanum tuberosum* L.) en Holanda, se detectó que el sistema de manejo integrado redujo un 98% el impacto ambiental en relación al convencional (De Jong y De Snoo, 2002). De la gama de productos utilizados, los que se detectaron estrechamente relacionados durante el 2001 con el CIA (Fig. 3A), fueron los fungicidas ($r^2 = 0.9155$), posteriormente los bactericidas ($r^2 = 0.3808$), y luego los insecticidas ($r^2 = 0.2145$). En el 2002, los insecticidas adquirieron mayor importancia en el CIA ($r^2 = 0.7340$) (Fig. 3B); sin embargo, no desplazaron el nivel de asociación de los fungicidas ($r^2 = 0.9213$). Lo anterior implica un desbalance en el uso de plaguicidas, ya que la plaga clave del ecosistema es el insecto *Cydia pomonella* y la enfermedad de mayor potencial de daño es la causada por la bacteria *Erwinia amylovora*. **Objetivos de los plaguicidas.** En el Cuadro 4 se indica la cantidad total de ingrediente activo ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) utilizado durante los ciclos de evaluación para el manejo de las plagas del manzano. El cuadro permite definir las plagas prioritarias para los productores de manzana de la región, aunque éstas pueden cambiar año con año. La plaga que más agroquímicos consume es la palomilla de la manzana con $92 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, seguida del tizón de fuego con 16.2 kg de antibióticos, cenicienta con 8.1 , pudrición de cuello con 7.2 , trips y chinche lygus con 6.8 , corazón mohoso con 4.8 , algunas especies de ácaros con 0.8 , y pulgón lanigero con $0.6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Durante el año 2001 se detectó que el 57% del ingrediente activo utilizado, no tuvo justificación técnica

alguna realizando estas actividades por costumbre o por recomendación de las casas de insumos regionales. En el año 2002 el porcentaje disminuyó al 35.7% y en promedio, se estimó que el 45.3% del ingrediente activo aplicado careció de fundamento técnico y objetivos-plaga definidos. Este tipo de información permitió a Penrose *et al.* (1994) reducir el 50% de i.a. utilizado para el manejo de la roña del manzano sin menoscabo de la producción y de la calidad de fruto. **Residualidad en fruto.** El análisis de residuos de plaguicidas indicó que durante 2001 cuatro huertos de 12 se encontraron en situación de ND (residuos no detectados), tres presentaron residuos de un solo producto, cuatro presentaron residuos de dos productos y un huerto registró residuos de tres productos (Cuadro 5). Para el ciclo 2002, la situación cambió a dos huertos en posición de ND, dos con residuos de un producto, seis mostraron residuos de dos productos, uno con residuos de tres productos, y otro con residuos de cuatro productos (Cuadro 6). Solamente un huerto repitió ambos ciclos como ND (huerto 8). En el ciclo 2001, el total de residuos detectados fue de 4.759 ppm , y en el 2002 fue de 8.585 ppm de plaguicidas, un 80% más que el 2001; asimismo, no se encontró correlación entre la cantidad de i.a. aplicado ni entre el intervalo de aplicación del producto en pre cosecha, y los residuos detectados en fruto; situación ya señalados por Bolin *et al.* (1999). Los productos más frecuentemente detectados fueron los empleados en el manejo

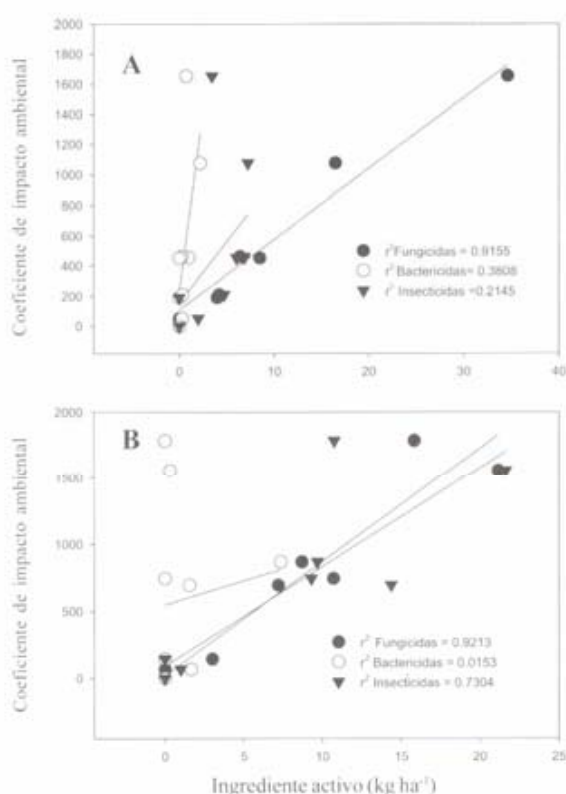


Fig. 3. Relación entre el ingrediente activo (kg ha^{-1}) utilizando fungicidas, bactericidas e insecticidas con el coeficiente de impacto ambiental total, en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*). A) 2001. B) 2002. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

de la palomilla de la manzana, lo cual es comúnmente encontrado en muestras de fruta con manejo convencional (Baker *et al.*, 2002). En términos de estrato de tecnificación, los totales para el ciclo 2001 fueron: 1.409, 3.066, y 0.284 ppm para AT, MT, y BT; en 2002 de 3.279, 5.035, y 0.281 en el mismo orden. La mayor concentración de residuos durante ambos ciclos en el estrato de MT, es debido a la falta de asistencia técnica en el manejo de plagas, en cambio la menor concentración en BT es debido a la escasez de recursos. Los resultados permiten definir que el 75% de los huertos

evaluados presentan residuos de por lo menos un plaguicida, situación contrastante con algunas regiones productoras de manzana de los Estados Unidos donde el porcentaje es del 90% (Bolin *et al.*, 1999). Relación entre cosecha potencial, i.a. aplicado e impacto ambiental. La Figura 4 indica que a medida que se tiene mayor cosecha potencial en el huerto (determinada posterior al desahije o aclareo de fruto), se aplica mayor cantidad de i.a. de plaguicidas, y por consecuencia se eleva el coeficiente de impacto ambiental. Lo anterior señala que el esfuerzo de producir manzana y la inversión dedicada dependen de la cantidad de fruto amarrado durante el periodo posterior al desahije, una vez definido esto, la inversión aumenta o disminuye.

Pérdidas de cosecha. La Figuras 5A y B se refieren al proceso de caída de fruto durante el ciclo por efecto de plagas; durante el 2001 se encontró que en AT, las pérdidas de cosecha significaron el 18% del total de frutos presentes en el árbol, el 21% en MT, y el 30% en BT. En el ciclo 2002, el porcentaje fue de 23, 25, y 46%; sin embargo, en términos de volumen o número de frutos caídos totales, el proceso se invirtió, ya que las mayores pérdidas entre estratos se dieron en el de AT, luego en MT, y finalmente en BT.

Rendimiento y rentabilidad. El rendimiento promedio por hectárea fue de 32,584 kg/ha en AT, 19,236 en MT, y 9,440 en BT; el costo para producir un kilogramo de fruta en AT fue de \$ 1.47, 1.93 en MT, y 2.76 para el estrato de BT. El índice de rentabilidad detectado en AT fue de 2.38, 1.85 para MT, y 1.37 en BT (Cuadro 7). La rentabilidad obtenida en el estrato de AT es similar a la que se obtiene en los huertos convencionales del estado de Washington, EUA (Glover *et al.*, 2002), sin embargo los estratos restantes tiene un comportamiento inferior. La aplicación del sistema MIP-INIFAP redujo los costos del manejo de plagas en todos los casos de AT, en tres de cinco huertos de MT, y solamente en uno de tres en BT. La toma de decisiones del MIP-INIFAP reduce los costos promedio del manejo de plagas en 37% en AT, 20% en MT y los incrementa en 137%. Los resultados obtenidos posibilitan el incremento de la eficiencia en los sistemas de producción de AT y MT, y la reorientación del objetivo del estrato de BT hacia los sistemas de producción orgánica o industrial, dados sus niveles de producción y limitaciones de recursos.

Monitoreo de plagas. Palomilla de la manzana. En el Cuadro 8 se señala de manera individual por huerto, el número total

Cuadro 4. Kilogramos de ingrediente activo por hectárea utilizado en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) y objetivo de los mismos en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante 2001-2002.

Año	Ea	Pl	Aa	P	Cp	Ácaros	Trips y lygus	Raleo	El	Desconocido	Total
2001	3.40	2.82	4.24	0.00	31.38	0.00	5.20	3.52	0.00	67.25	117.80
2002	12.89	5.36	0.60	7.20	60.66	0.86	1.60	2.56	0.60	51.42	143.70
Total	16.29	8.19	4.84	7.20	92.04	0.86	6.80	6.08	0.60	118.60	261.50

Ea = *Erwinia amylovora*; Pl = *Podosphaera leucotricha*; Aa = *Alternaria* spp.; P = *Phytophthora* spp.; Cp = *Cydia pomonella*; El = *Eriosoma lanigerum*.

Cuadro 5. Relación de huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) evaluados y residuos de plaguicidas* en partes por millón detectados en fruta fresca en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante el 2001.

Huerto	Tec. ^y	Captan	Fosmet	Clorpirifos	Azinfos M.	Total
3	AT	0.438	0.159	ND	ND	0.597
9	AT	0.056	0.230	ND	ND	0.286
12	AT	ND	ND	ND	ND	ND
4	AT	0.381	ND	ND	0.145	0.526
5	AT	ND	ND	ND	ND	ND
Total/estrato		0.875	0.389	0.000	0.145	1.409
11	MT	0.958	ND	ND	ND	0.958
8	MT	ND	ND	ND	ND	ND
7	MT	ND	ND	0.077	ND	0.077
13	MT	ND	0.787	1.130	0.114	2.031
1	MT	ND	ND	ND	ND	ND
Total/estrato		0.958	0.787	1.207	0.114	3.066
6	BT	ND	ND	ND	0.167	0.167
2	BT	----- ^z	-----	-----	-----	-----
10	BT	ND	0.039	ND	0.078	0.117
Total/estrato		0.000	0.039	0.000	0.245	0.284
Total		1.833	1.215	1.207	0.504	4.759

*Todos se encontraron debajo de los límites autorizados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (EPA).

^yTec. = Tecnificación de huertos: AT = Alta, MT = mediana, BT = baja.

^zNo se realizó análisis de residuos.

de palomillas capturadas en ambos ciclos de estudio. En todos los huertos excepto uno (5), las poblaciones fueron superiores durante el 2002, en proporciones que van desde -8% hasta

6,433%. El incremento global de densidades de palomilla fue del 534% en relación al año 2001, razón por la que se incrementó el uso de insecticidas enfocados al manejo de

Cuadro 6. Relación de huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) evaluados, y residuos de plaguicidas* en partes por millón detectados en fruta fresca en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante el 2002.

Huerto	Tec. ^x	Captan	Fosmet	Clorpirifos	Endosulfan	Carbaryl	Dimetoato	Paration	Ometoato ^y	Total
3	AT	0.422	0.325	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.747
9	AT	ND	ND	0.512	ND	ND	ND	0.044	ND	0.556
12	AT	0.989	0.032	ND	0.433	ND	MD	ND	ND	1.454
4	AT	ND	ND	0.045	ND	0.467	ND	ND	ND	0.512
5	AT	ND	ND	0.010	ND	ND	ND	ND	ND	0.010
Total/estrato		1.411	0.357	0.567	0.433	0.467	0.000	0.044	0.000	3.279
11	MT	0.632	0.828	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.460
8	MT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	MT	ND	0.065	ND	ND	2.165	0.350	ND	0.024	2.604
13	MT	ND	0.021	0.353	ND	ND	ND	ND	ND	0.374
1	MT	ND	ND	0.173	ND	0.424	ND	ND	ND	0.597
Total/estrato		0.632	0.914	0.526	0.000	2.589	0.350	0.000	0.024	5.035
6	BT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	BT	----- ^z	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
10	BT	ND	ND	0.281	ND	ND	ND	ND	ND	0.281
Total/estrato		0.000	0.000	0.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.281
Total		2.043	1.271	1.374	0.433	3.056	0.350	0.044	0.024	8.595

*Todos se encontraron debajo de los límites autorizados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (EPA).

^xTec. = Tecnificación de huertos: AT = Alta, MT = mediana, BT = baja.

^yNo se reportó como aplicado; no está permitido su uso en manzano.

^zNo se realizó análisis de residuos.

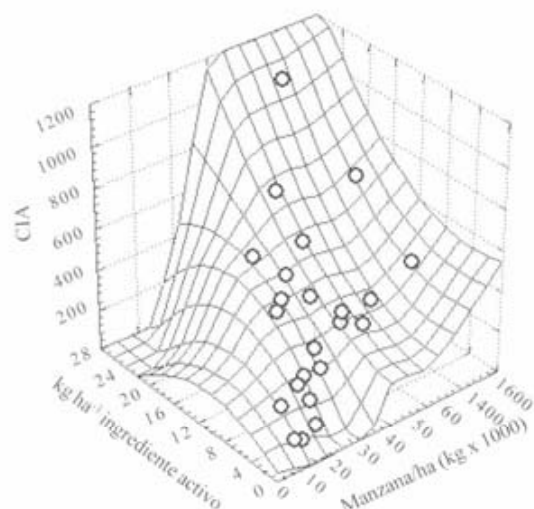


Fig. 4. Relación entre la cosecha potencial, ingrediente activo utilizado y coeficiente de impacto (CIA) ambiental en 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) con diferente tipificación tecnológica, en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante el 2001-2002.

esta plaga (Cuadro 4), así como los residuos en fruto (Cuadros 5 y 6). Tizón de fuego. Durante el ciclo 2001 se presentó solamente un día de infección (27 de abril), próximo a caída de pétalos. De la totalidad de los huertos, excepto 2 (1 y 12), los niveles de daño alcanzado fueron bajos; en los dos casos donde el daño fue elevado correspondió al efecto del riego sobre bloques adjuntos del cultivar Red Delicious que finalizaban la floración, permitiendo el movimiento de la humedad hacia el bloque de Golden Delicious el que se encontraba en etapas de floración más densas. En el ciclo 2002 la enfermedad se presentó en 12 de los 13 huertos; aunque la enfermedad se mostró más distribuida que en el ciclo anterior, la severidad total fue menor; por otro lado, se considera que en todos los huertos la bacteria fue bien manejada en tiempo, aunque la cantidad de bactericidas aplicados se consideró excesiva. Pudrición de cuello y raíz. El Cuadro 8 muestra los valores asociados a árboles afectados por pudriciones del cuello y raíz. Los valores porcentuales promedio encontrados variaron desde 10.5 hasta un 63.5%, con un porcentaje promedio general de 19.6%. En un lapso de 20 años, la presencia de la enfermedad se ha duplicado, ya que en un estudio realizado durante 1982, se determinó que el 10% de los árboles plantados se encontraban afectados por la enfermedad (Ramírez-Legarreta, 1987). Aunque el problema es severo, solamente se le dedicó en ambos años de estudio el 2.7% del total de ingrediente activo utilizado. Cenicilla. El área foliar enferma se incrementó en 39.2%. El número de aspersiones contra la enfermedad también se incrementó; durante el 2001 se realizaron 10 aspersiones y

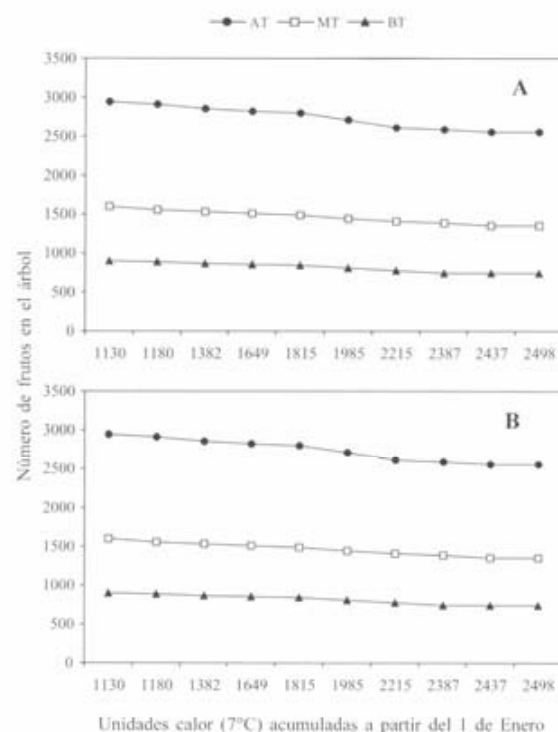


Fig. 5. Dinámica promedio de caída de frutos en huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) de alta (AT), mediana (MT), y baja tecnificación (BT), durante el 2001 (A) y 2003 (B).

para el 2002 se efectuaron 13. Corazón mohoso. Se puede indicar que el daño durante el 2001 fluctuó entre el 3.1 y el 11.1%, mientras que en el 2002 la fluctuación fue más amplia, ya que los valores extremos oscilaron entre el 2.8 y el 31.3%, con un daño global del 6.1% en el 2001 al 9.4% en el 2002. Chicharrita. Sólo en tres de los 13 huertos evaluados las densidades capturadas fueron menores al año anterior (5, 9, y 13), en el resto las poblaciones fueron superiores respecto al 2001. El promedio general de captura fue superior en el 2002 (742.3) en comparación del 2001 (571.1). Los huertos que registraron poblaciones elevadas de chicharrita en ambos años, fueron aquellos que utilizaron disruptores de apareamiento mediante cápsulas o aplicaciones de feromona líquida durante la estación de desarrollo del fruto para el manejo de la palomilla de la manzana. Pulgón lanígero. El pulgón lanígero disminuyó el número de colonias de un promedio de 60 en 2001 a 21.4 en 2002. El abatimiento global de poblaciones de pulgón lanígero pudo haberse debido al incremento de ingrediente activo aplicado para el manejo de la palomilla de la manzana. Los huertos que mostraron incremento en el número de colonias fueron los que utilizaron por segundo año consecutivo métodos de manejo de palomilla de la manzana diferentes a los insecticidas comúnmente usados. El huerto 8 utilizó feromona líquida para la disrupción de apareamiento, los huertos 12 y 5 usaron disruptores de

Cuadro 7. Análisis de rentabilidad de 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) de alta, mediana y baja tecnificación en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante 2001-2002.

Huertos	Tec. ^x	Rend. (kg/ha)	Costo Tot. (\$/ha)	Costo por kg (\$)	Benef. neto (\$/ha) ^y	Indice de rentab.	Cos. var. (\$/ha)	Inc. o Red. (%) ^z
3	AT	35,310	50,732	1.44	72,853	2.44	10,732	- 60
5	AT	29,529	46,898	1.59	56,454	2.20	4,073	-1
12	AT	33,672	50,921	1.51	66,931	2.31	10,921	-53
4	AT	31,368	47,200	1.50	62,588	2.33	7,200	-41
9	AT	33,042	44,073	1.33	71,574	2.62	6,898	-28
Promedio		32,584	47,965	1.47	66,080	2.38	7,965	-37
1	MT	15,032	34,916	2.32	17,696	1.51	4,322	+3
7	MT	18,884	37,340	1.98	28,754	1.77	10,229	-74
13	MT	14,874	32,940	2.21	19,119	1.58	7,340	-64
8	MT	24,504	40,229	1.64	45,535	2.13	2,940	+46
11	MT	22,886	34,322	1.50	45,779	2.33	4,916	-10
Promedio		19,236	35,949	1.93	31,377	1.86	5,949	-20
2	BT	6,828	20,684	3.03	3,214	1.16	7,169	-41
6	BT	14,911	27,169	1.82	25,020	1.92	684	+523
10	BT	6,582	22,606	3.43	431	1.02	2,606	+71
Promedio		9,440	23,486	2.76	9,555	1.37	3,486	+137

^xAT= Alta tecnificación; MT= Mediana tecnificación; BT= Baja tecnificación.

^yPrecio de venta a \$3.50/kg Red y Golden Delicious. No se considera la fruta de deshecho.

^zEn relación al costo de sistema MIP-INIFAP por huerto.

apareamiento. Con la excepción del pulgón lanígero, todos los organismos monitoreados incrementaron su presencia en los huertos evaluados, respondiendo a factores climáticos que

diferenciaron ambos ciclos, como la cantidad de unidades térmicas acumuladas y la precipitación pluvial ocurrida (Ramírez-Legarreta *et al.*, 2004).

Cuadro 8. Comportamiento anual de plagas^x y daño 13 huertos de manzano (*Malus sylvestris* var. *domestica*) ubicados en tres categorías de tecnificación en Cuauhtémoc, Chihuahua, México, durante 2001-2002.

	Tec. ^y	PM		TF		C		PC		CM		CH		PL	
		01 ^z	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02
1	MT	148	1013	377	50	4.9	8.7	---	17.6	11.1	12.6	626	980	3	2
2	BT	201	1878	0	53	19.6	4.0	---	15.4	10.3	31.3	350	408	301	0
3	AT	123	915	30	16	0.4	0.3	---	15.9	3.14	10.6	384	1116	279	71
4	AT	205	918	1	47	7.2	6.6	---	15.3	7.2	11.1	732	1113	118	0
5	AT	38	35	21	7	11.1	18.8	---	36.9	6.8	2.8	364	327	50	97
6	BT	125	529	0	28	6.9	6.8	---	33.5	3.8	6.4	416	483	0	0
7	MT	5	153	12	10	0.9	0.2	---	12.1	9.8	4.5	256	271	0	0
8	MT	96	259	34	168	3.1	9.4	---	10.8	3.8	12.1	1002	1671	3	26
9	AT	233	892	12	41	4.4	10.5	---	11.8	5.2	10.6	883	267	4	0
10	BT	160	1132	0	0	8.8	14.2	---	16.6	6.0	27.0	312	454	0	0
11	MT	26	841	0	228	8.7	24.9	---	63.5	6.7	8.0	946	1654	2	0
12	AT	3	196	3464	7	5.2	3.8	---	10.6	4.4	11.9	442	498	11	83
13	MT	136	970	0	2	17.1	12.4	---	15.7	6.9	5.1	712	409	9	0
T		1499	9731	3731	651	---	---	---	---	---	---	7425	9651	780	279
M		115.3	748.5	287	50.0	5.64	9.2	---	19.7	6.1	9.4	571.1	742.3	60	21.4

^xPM: Palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*), número de machos capturados en trampas con feromona. TF: Tizón de fuego (*Erwinia amylovora*), número de racimos florales dañados en los 10 árboles de parcela experimental; C: Cenicilla (*Podosphaera leucotricha*), porcentaje de área foliar dañada. PC: Pudrición de cuello y raíz (*Phytophthora* spp.), porcentaje de árboles afectados por la enfermedad del total de plantados en el huerto, muestra total de 13,957 árboles. CM: Corazón mohoso (*Alternaria* spp.), porcentaje de frutos caídos enfermos en relación al total del árbol. CH: Chicharrita (*Typhlocyba pomaria*), número total de adultos capturados en trampas amarillas (dos por cultivar). PL: Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*), número de colonias en los 10 árboles de parcela experimental.

^yAT= Alta tecnificación; MT = mediaana tecnificación; BT = Baja tecnificación.

^z2001; 2002.

CONCLUSIONES

La eficiencia del uso de plaguicidas fue estadísticamente similar en los estratos de alta (AT) y mediana tecnificación (MT) y superiores al estrato de baja tecnificación (BT). Se detectaron excesos del 350 y 217% en el coeficiente de impacto ambiental en relación al sistema MIP. El 46.3% del ingrediente activo utilizado no presenta justificación técnica de uso ni objetivo-plaga definido. El sistema MIP-INIFAP permitió reducir los costos de manejo en un 37% en AT, un 20% en MT, pero los incrementó en un 137% en BT. El 75% de los huertos muestreados presentaron residuos de al menos un plaguicida.

LITERATURA CITADA

- Barnett, W.W., Bentley, W.J., Bethell, R.S., Pickel, C., Weddle, P.W., and Zalom, F.G. 1991. Insects and mites. pp. 68-147. In: M.L. Flint (ed.). Integrated Pest Management for Apples and Pears. Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland, California, USA. Publication 3340. 214 p.
- Baker, B.P., Benbrook, C.M., Groth III, E., and Benbrook, K.L. 2002. Pesticide residues in conventional, IPM-grown and organic foods: insights from three U.S. data sets. *Food Additives and Contaminants* 19:427-446
- Bolin, P., Difonzo, C., Edson, C., and Bilss, P. 1999. FQPA-Targeted Pesticide Residue Study. Presented to the Environmental Protection Agency by Michigan State University and the Michigan Department of Agriculture. Center for Integrated Plant System, Michigan State University. East Lansing, Michigan, USA. 70 p.
- Brunner, J.F. 1993. Tortricid moths. pp. 63-71. In: E.H. Beers, J.B. Brunner, M.J. Willet, and G.M. Warner (eds.). Orchard Pest Management. Edit. Good Fruit Grower. Yakima, Washington, USA. 276 p.
- De Jong, F.M.W., and De Snoo, G.R. 2002. A comparison of the environmental impact of pesticide use in integrated and conventional potato cultivation in The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91:5-13.
- Ellis, M.A., and Barrat, J.G. 1983. Moldy-core causes problems in Red Delicious. *Ohio Report* 68:19-21.
- Elsner, E.A. 1993. Leafhoppers. pp. 154-160. In: E.H. Beers, J.B. Brunner, M.J. Willet, and G.M. Warner (eds.). Orchard Pest Management. Edit. Good Fruit Grower. Yakima, Washington, USA. 276 p.
- Environmental Protection Agency. 1999. Integrated Risk Information System (IRIS). <http://www.epa.gov/ngispm3/iris/subst/index.html>
- Glover, J., Hinman, H., Reganold, J., and Andrews, P. 2002. A cost of production analysis of conventional vs. integrated vs. organic apple production systems. *Agricultural Research Publication* XB1041. Washington State University. Yakima, Washington, USA. 68 p.
- Horsfall, J.G., and Barrat, R.W. 1945. An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35:655 (Abstr.).
- Horsfall, J.G., and Cowling, E.B. 1978. Pathometry: The measurement of plant disease. pp. 120-134. In: J.G. Horsfall, and E.B. Cowling (eds.). *Plant Disease: An Advanced Treatise. Vol II: How Disease Develops in Population*. Academic Press. New York, USA. 407 p.
- Jacobo-Cuéllar, J.L., Ramírez-Legarreta, M.R., y Sánchez-Chávez, C. 1999. Impacto ambiental del control químico de insectos fitófagos del manzano en Chihuahua. *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Aguascalientes, Aguascalientes, México. pp. 377-381.
- Jacobo-Cuéllar, J.L., y Ramírez-Legarreta, M.R. 1999. Importancia, biología y control de la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* Lineo). *Folleto Técnico* No. 9. INIFAP, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 27 p.
- Jacobo-Cuéllar, J.L., y Ramírez-Legarreta, M.R. 2000. Ascenso de ninfas de "pulgón lanígero" (*Eriosoma lanigerum* Hausmann) en manzano cultivares Red y Golden Delicious con dos sistemas de riego en Cuauhtémoc, Chihuahua. *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 207-212.
- Jacobo-Cuéllar, J.L., Ramírez-Legarreta, M.R., y Mora-Aguilera, G. 2000. Distribución del daño por "chicharrita del manzano" (*Typhlocyba pomaria* McAfee) (Homoptera: Cicadellidae) en árboles de manzano cv Red Delicious en Cuauhtémoc, Chihuahua. *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 212-217.
- Jones, V.P. 1991. Use phenology models for pest management. pp. 51-60. In: K. Williams (ed.). *New Directions in Tree Fruit Management*. Edit. Good Fruit Grower. Yakima, Washington, USA. 214 p.
- Jones, V.P. 1993. Degree day models. pp. 45-48. In: E.H. Beers, J.B. Brunner, M.J. Willet, and G.M. Warner (eds.). *Orchard Pest Management*. Edit. Good Fruit Grower. Yakima, Washington, USA. 276 p.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences. Bulletin* No. 139. Cornell University. Ithaca, New York, USA. 8 p.
- Levitán, L., Merwin, I., and Kovach, J. 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: The quest for a holistic method. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55:153-168.
- Levitán, L. 1997. An overview of pesticides impact assessment systems based on indexing or ranking pesticides by environment impact. Background paper prepared for the Organization of Economic Cooperation and Development (OECD) workshop on pesticide risk indicators. 21-23 April. Copenhagen, Denmark. 77 p.
- Perrin, R.K., Winkelman, D.L., Mascaroli, E.R., y Anderson I.R. 1979. *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de*

- evaluación económica. 2da. Impresión. CIMMYT, México, D.F. 545 p.
- Penrose, L.J., Thwaite, W.G., and Bower, C.C. 1994. Rating index as a basis for decision making on pesticide use reduction and for accreditation of fruit produced under integrated pest management. *Crop Protection* 13:146-152.
- Ramírez-Legarreta, M.R. 1987. Aspectos relacionados con el desarrollo de la pudrición de cuello del manzano. *Revista Mexicana de Fitopatología* 5:67-73.
- Ramírez-Legarreta, M.R., y Jacobo-Cuéllar, J.L. 1993. Algunas medidas importantes en el control de la pudrición de cuello del manzano. Folleto Técnico No. 3. SARH-INIFAP-CIRNOC, Campo experimental Sierra de Chihuahua. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 20 p.
- Ramírez-Legarreta, M.R., y Jacobo-Cuéllar, J.L. 1999. Estructura de un modelo para el corazón mohoso (*Alternaria alternata* f. sp. *mali*) de la manzana Red Delicious. *Revista Mexicana de Fitopatología* 17:29-36.
- Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Sánchez-Chávez, E., y Soto-Parra, J.M. 1999. El Corazón mohoso, su importancia económica en diferentes estratos de tecnificación de huertos y su relación con la producción de manzano Red Delicious en el Estado de Chihuahua. *Revista Mexicana de Fitopatología* 18:10-14.
- Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Avila-Marioni, M.R., y Gutiérrez-González, R. 2000. Manejo del tizón de fuego en manzano en el noroeste de Chihuahua. *Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Puerto Vallarta, Jalisco, México. L-9.
- Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Sánchez-Chávez, E., y Soto-Parra, J.M. 2002. Curva de epidemia de cenicilla del manzano como indicador en la toma de decisiones para el uso de fungicidas. *Agricultura Técnica en México* 28:15-21.
- Ramírez-Legarreta, M.R., y Jacobo-Cuéllar, J.L. 2002. Impacto ambiental del uso de plaguicidas en huertos de manzano del noroeste de Chihuahua. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20:168-173.
- Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Avila-Marioni, M.R., y Gutiérrez-González, R. 2004. Validación de un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades en huertos de manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:277-289.
- Ramírez-Legarreta, M.R., Jacobo-Cuéllar, J.L., Avila-Marioni, M.R., y Parra-Quezada, R.A. 2004. Efecto de la temperatura y precipitación en la captura de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en trampas con feromona sexual en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Entomología Mexicana* 3:163-166.
- Steiner, P.W. 1989. Predicting apple blossom infections by *Erwinia amylovora* using the MARYBLYT model, and predicting canker, shoot and trauma blight phases of apple fire epidemics using the MARYBLYT model. Texts of paper presented at Vth I.S.H.S. International Fire Blight Workshop. 19-22 June. Deepenbeek, Belgium.
- Steiner, P.W., and Lightner, G.W. 1996. MARYBLYT™ 4.3 A predictive program for forecasting fire blight disease in apples and pears. Gempler's Inc. Belleville, WI, USA.
- Stimmann, M.W., and Melnicoe, R. 1994. Delaney clause ruling may trigger pesticide cancellations. *California Agriculture* 48:30-35.
- Zalom, F.G., Goodell, P.R., Wilson, L.T., Barnett, W.W., and Bentley, W.J. 1983. Degree-days: The calculation and use of heat units in pest management. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland, California, USA. Leaflet 21373. 12 p.