

## PÉRDIDAS DE COSECHA, EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE HUERTOS DE MANZANO CON DIVERSOS GRADOS DE TECNIFICACIÓN EN CHIHUAHUA, MÉXICO

### YIELD LOSSES, YIELD EFFICIENCY AND PROFITABILITY OF APPLE ORCHARDS WITH DIFFERENT TECHNOLOGY LEVELS IN CHIHUAHUA, MÉXICO

**Manuel Rafael Ramírez-Legarreta<sup>\*</sup>, Juan Luis Jacobo-Cuéllar, Mario René Ávila-Marioni  
y Rafael Ángel Parra-Quezada**

Programa de Manzano, Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo Postal 554. Hidalgo 1213. Zona Centro, 31500, Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel (625) 582 31 10.

\*Autor para correspondencia (legarreta.manuel@inifap.gob.mx)

#### RESUMEN

Durante los años 2001 y 2002 se monitoreó la producción de manzana [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var *domestica* (Borkh) Mansf.] y la cinética de caída de frutos por efecto de plagas, polinización deficiente y de fruto sanos, en 13 huertos tipificados en baja, mediana y alta tecnificación. Los datos se analizaron mediante prueba de medias, curva exponencial, regresión y un análisis de presupuesto parcial para estimar la rentabilidad de los sistemas de producción. Los resultados mostraron que la pérdida de cosecha se debió a la caída de fruto sano por el paso de maquinaria en 11.3 %, a la enfermedad denominada corazón mohoso (*Alternaria spp*) con 9.2 % y dañados por palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*) con 5.8 %; las pérdidas ascendieron a 21.8 % del total de la cosecha. Los huertos definidos como de alta tecnificación fueron más eficientes en producir frutos por cada peso invertido. Las pérdidas fueron mayores con respecto a su propio potencial de cosecha en los huertos de baja tecnificación. La variabilidad de la cosecha fue más amplia en los huertos de mediana y baja tecnificación.

**Palabras claves:** [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var *domestica* (Borkh) Mansf.], Cinética de caída de fruto, enfermedades, competitividad.

#### SUMMARY

During the 2001-2002 apple [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var *domestica* (Borkh) Mansf.] growing seasons, yield and fruit drop kinetics due to pest injury, poor pollination and fruit natural drop were monitored in 13 apple orchards with three levels of technology: low, medium and high. Data were analyzed by the mean test comparison, exponential curve, regression and partial budget analysis to estimate each production system profit. Results indicated that dropped fruits caused by machinery labor practices (weed management and sprays) was the main yield loss (11.3 %), losses caused by moldy core disease (*Alternaria spp*) reached 9.2 % and by coldling moth (*Cydia pomonella*) injury 5.8 %. Total yield losses were 21.8 %. High technology orchards showed highest yield efficiency (number of fruits by invested peso); however, these orchards had also the biggest losses. There was a great variability in yields between years in medium and low technology level orchards.

**Index words:** [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var *domestica* (Borkh) Mansf.], fruit drop, plant diseases, competitiveness.

#### INTRODUCCIÓN

El proceso de globalización de los bienes agrícolas exige incrementar la eficiencia de los sistemas de producción. Las 30 000 ha plantadas con manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var. *domestica* (Borkh) Mansf.] en el Estado de Chihuahua (70 % del total nacional) se encuentran bajo la premisa señalada. Los productores de manzana del Estado de Washington en EE. UU. han definido que para mantenerse competitivos deberán reducir los costos de producción en 30 % para el año 2010, y a la vez mantener su calidad (Lamont, 2003), para así incrementar su eficiencia de producción. En este entorno de competitividad y eficiencia en la producción de manzana se ha definido que el Estado de Nueva York, EE. UU. produce 45 t ha<sup>-1</sup>; el Estado de Washington 72 t ha<sup>-1</sup>; Nueva Zelanda 81 t ha<sup>-1</sup>; Bélgica y Holanda 90 t ha<sup>-1</sup> (Lamont, 2003). El desarrollo tecnológico más importante para alcanzar tales producciones ha sido la plantación de huertos con altas densidades de árboles y nuevos sistemas de conducción (Robinson y Hoying, 2003). Sin embargo, el proceso de cambio hacia estos esquemas de producción en México y en Chihuahua en particular, es lento (en la actualidad sólo hay 50 ha así). La producción de manzana en Chihuahua, bajo los sistemas tradicionales de manejo, presentan promedios de cosecha que dependen de factores independientes de las densidades de plantación que actualmente se manejan, pero que están relacionados con los niveles de tecnificación de huertos, cuyos rangos son variables entre y dentro de los mismos. El objetivo del presente trabajo fue definir las pérdidas de

cosecha, la eficiencia de producción y la rentabilidad de tres estratos de tecnificación de huertos de manzano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los ciclos de producción (marzo-octubre) de los años 2001 a 2002 se monitorearon 13 huertos de manzana del Estado de Chihuahua, México, distribuidos en tres estratos de tecnificación, definidos con base en características que intentan relacionar la disponibilidad de los recursos actuales de los huertos (Ramírez y Jacobo, 2002): 1) Baja tecnificación (BT; tres huertos: riego rodado, en ocasiones con restricción de agua, sin malla antigranizo, sin calefacción para el control de heladas, sin asistencia técnica y con recursos limitados para el uso de insumos); 2) Media tecnificación (MT; cinco huertos: riego rodado, con calefacción para el control de heladas, sin malla antigranizo, sin restricciones en el uso de recursos y asesoría técnica ocasional); 3) Alta tecnificación (AT; cinco huertos: riego por microaspersión, calefacción para el control de heladas, con malla antigranizo, sin restricciones en el uso de insumos y con asesoría técnica permanente).

En los 13 los huertos se seleccionaron dos áreas de muestreo de cinco árboles cada una, de los cultivares 'Golden Delicious' (GD) y 'Red Delicious' (RD). Las características inherentes a los huertos (densidad de plantación, portainjerto utilizado y edad) se enlistan en el Cuadro 1, las cuales son independientes del nivel de tecnificación donde se ubicaron.

*Cuadro 1. Principales características y nivel de tecnificación de los huertos de manzana evaluados durante los ciclos 2001-2002. Cauhtémoc, Chihuahua.*

Nivel de tecnificación	Densidad de plantación (árboles/ hectárea)	Portainjerto	Edad (años)
Alto	330 a 350	Franco	28
Alto	660 a 700	MM 106	25
Alto	330 a 350	Franco	40
Alto	330 a 350	Franco	44
Alto	660 a 700	MM 106	18
Medio	330 a 350	Franco	38
Medio	660 a 700	MM 106	17
Medio	330 a 350	Franco	44
Medio	330 a 350	Franco	36
Medio	330 a 350	Franco	22
Bajo	330 a 350	Franco	40
Bajo	330 a 350	MM 106	18
Bajo	330 a 350	Franco	35

**Muestreo de fruto.** En cada huerto se monitoreó en cinco árboles por cultivar, el número de frutos por árbol y la cinética de caída de éstos, en forma semanal posterior a la práctica de aclareo de fruto. La caída se separó en cuatro causas básicas: palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*) (Jacobo y Ramírez, 1999), corazón mohoso (*Alternaria spp*) (Ramírez y Jacobo, 1999; Ellis y Barrat, 1983), frutos con reducido número de semillas (Ward y Marini, 2001), y se consideró frutos con tres o menos causas en

este apartado (Stover *et al.*, 2001), y frutos sanos (sin causa aparente de daño).

**Manejo operativo del huerto.** En cada huerto se llevó una bitácora de acciones (aspersiones de plaguicidas, desherbes, riegos, fertilización, etc.) realizadas durante el ciclo.

**Análisis económico.** Se hizo mediante un análisis de ingreso (White y DeMarre, 1992) y otro de presupuesto parcial (Perrin *et al.*, 1979), para cada huerto monitoreado.

**Análisis estadístico.** Se realizó mediante análisis de varianza para completamente aleatorio y la comparación de medias con DMS. La transformación de los valores porcentuales a arcoseno ( $\sqrt{x}$ ), regresión y ajuste con el modelo exponencial de la forma  $y = ae^x$ .

**Cosecha.** Los árboles se cosecharon en la misma fecha en que los productores lo hicieron en el huerto; la información se extrapoló a la densidad de plantación de cada huerto para estimar el rendimiento unitario por hectárea.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Cinética de caída de fruto.** En 2001 se detectaron tres picos de caída definidos para cada variedad; en julio 4, agosto 20 y septiembre 14 para 'Red Delicious' y julio 25, agosto 20 y septiembre 14 para 'Golden Delicious'. En 2002 hubo un patrón de caída diferente, con cuatro picos importantes: julio 10 y 31, agosto 14 y 29 en 'Red Delicious'; julio 10 y 22, agosto 7 y 29 para 'Golden Delicious'. En el ciclo 2002 hubo 51.1 % más frutos caídos que en 2001 (Figura 1).

La cinética de frutos caídos totales en 'Red Delicious' en 2001, estuvo asociada con la cinética de caída provocada por *Alternaria spp* ( $R^2=0.8459$ ;  $P < 0.01$ ) y con la de fruto caído que no presentaba daño alguno ( $R^2=0.8176$ ;  $P < 0.01$ ). La cinética de caída en 'Golden Delicious' en 2001, mostró asociación importante con el daño de *Cydia pomonella* ( $R^2=0.8939$ ;  $P < 0.01$ ) y con fruto sin daño aparente ( $R^2=0.9110$ ,  $P < 0.01$ ). Durante el ciclo 2002, las asociaciones entre la caída total de fruto y sus respectivas causas desaparecen de manera significativa en 'Red Delicious', y solamente en 'Golden Delicious' hubo asociación con los frutos sin daño visible ( $R^2=0.9595$ ;  $P < 0.01$ ). Es posible que el proceso de caída de frutos alterne su asociación con los diferentes factores a través del tiempo, y así se modifica la importancia de cada uno de éstos en las diferentes etapas el cultivo.

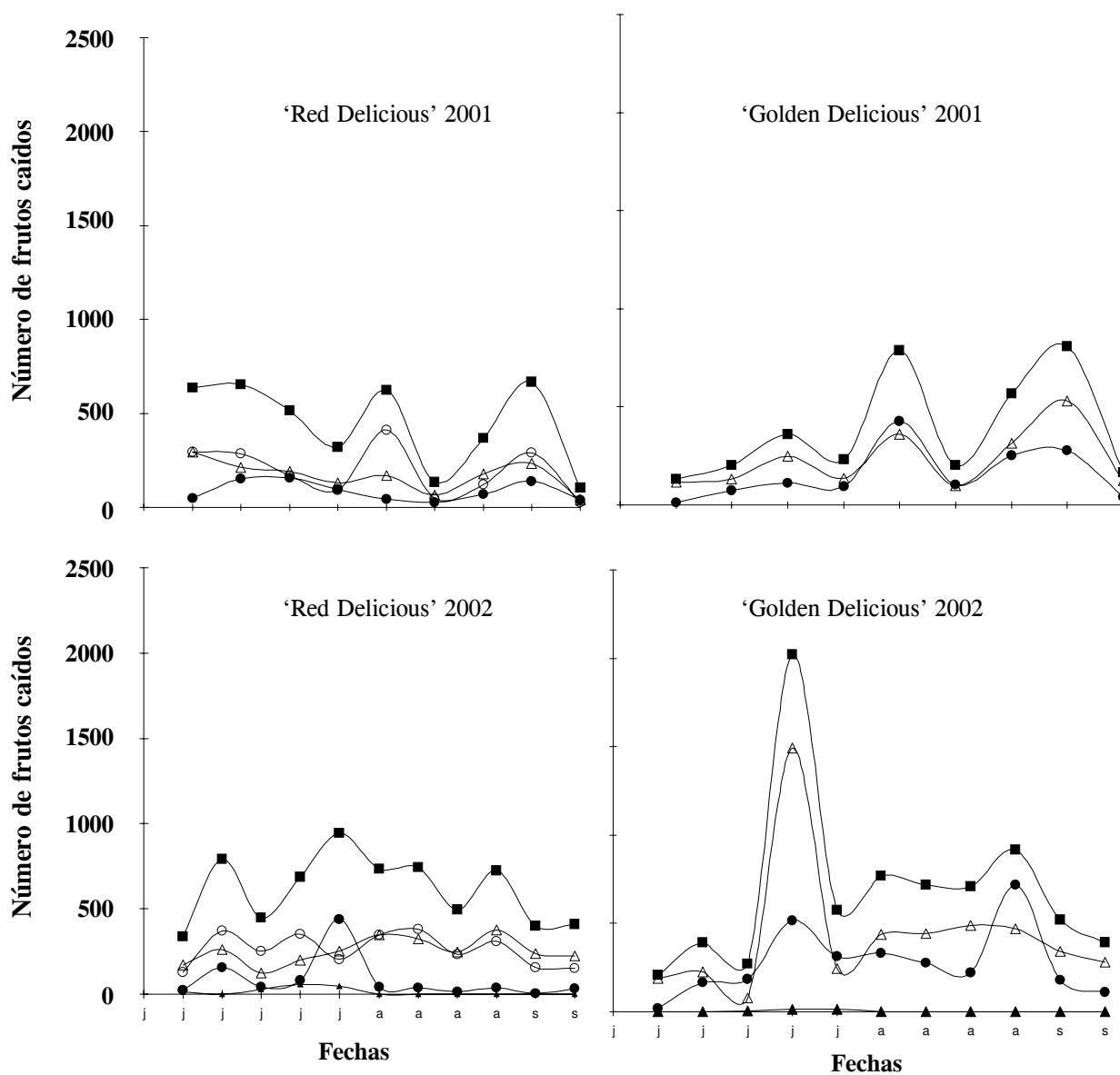


Figura 1. Cinética y causas de caída de frutos en los cvs. 'Red Delicious' y 'Golden Delicious' en 13 huertos de manzano durante los ciclos 2001-2002  
 • *Cydia pomonella*. ○ *Alternaria spp.* ▼ Polinización. △ Sin daño aparente. ■ Total.

**Pérdidas de cosecha.** Las pérdidas de cosecha, expresadas en porcentajes relativos a la cosecha total de los árboles en el ciclo 2001, indican que no hubo diferencias significativas entre los estratos de tecnificación, para cada uno de los factores evaluados (Cuadro 2). Sólo hubo diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en el cv. 'Red Delicious', donde las pérdidas ocasionadas por corazón mohoso (*Alternaria spp.*) y por fruto caído sin daño aparente fueron estadísticamente superiores a las originadas por palomilla de la manzana

(*Cydia pomonella*). El proceso se repitió en cada estrato de tecnificación, y la mayoría del fruto caído en 2001 se encontraba sin daño aparente, con proporciones que fluctuaron de 5.1 a 10.7 %, del total de la cosecha potencial (determinada inmediatamente después del aclareo de fruto). En promedio las pérdidas de cosecha en el nivel de alta tecnificación (AT) fueron de 12.3 %, en media tecnificación (MT) de 17.5 % y en baja tecnificación (BT) de 13.8 %.

El ciclo 2002 presentó un comportamiento similar al del 2001, aunque con mayores proporciones de pérdidas (Cuadro 2). Nuevamente, las diferencias estadísticas sólo ocurrieron apreciadas entre factores de caída en el cultivar "'Red Delicious' y no dentro de estratos de tecnificación. En 'Red Delicious' los factores de caída más importantes fueron: corazón mohoso y fruto sin daño aparente. Los promedios generales de pérdidas ascendieron de 14.6 % en el 2001 a 31.3 % en 2002; para este último año las pérdidas numéricas fueron inversas al nivel de tecnificación. Sin embargo, al considerar volúmenes de pérdidas éstas fueron más elevadas en los estratos que más producen (AT y MT); relaciones similares se han detectado en huertos tipificados en los mismos estratos (Ramírez *et al.*, 2000). El comportamiento de ambos ciclos se sintetiza en el Cuadro 3, en el que se detecta un promedio global de pérdidas de 11.3 % de fruto sin daño visible, el cual fue estadísticamente similar al provocado por corazón mohoso (9.2 %); ambos valores fueron superiores a las pérdidas provocadas por palomilla (5.8 %) y polinización deficiente (0.2 %).

Las pérdidas ocasionadas por palomilla de la manzana en 2002 fueron estadísticamente superiores en 'Golden Delicious' que en el resto de cultivares y años. Así mismo, el daño por corazón mohoso fue superior en 2002 que en 2001; el resto de factores no presentaron diferencias significativas. El incremento de daño observado por palomilla de la manzana fue originado por un incremento poblacional de 549 % en relación al ciclo 2001 (Ramírez *et al.*, 2004b). Ello posiblemente se deba a que los eventos de lluvia mayores de 12.5 mm, que ocasionan mortandad de la plaga (Jacobo y Ramírez, 1999) disminuyeron de 5 en 2001 a 2 en 2002. En 2002 se detectó una mayor acumulación de unidades térmicas, bajo los umbrales de desarrollo de la plaga (10 y 31.1 °C d<sup>-1</sup>), según Zalom *et al.* (1983) y Wilson y Barnett (1983), durante prácticamente todos los meses de cultivo (Ramírez *et al.*, 2004a).

El incremento de daño por corazón mohoso se originó básicamente por el aumento en el número de eventos de lluvia durante la floración del manzano. En 2001 ocurrió un evento de lluvia de 2 mm y en 2002 hubo dos eventos de 1 y 3 mm. La caída de fruto sano se adjudicó a los pasos de maquinaria efectuados dentro de los huertos, en 23 de los 26 casos analizados durante los dos años de evaluación. Los pasos de maquinaria correspondieron principalmente a aspersiones de agroquímicos y a deshierbes mecánicos.

La relación entre los pasos de maquinaria aplicados a partir del mes de junio hasta septiembre y el comporta-

miento de la caída de fruto sin daño aparente, se muestra en la Figura 2. La connotación inherente al paso de maquinaria es el cerramiento de los árboles dentro del huerto al crecer con los años, la carencia de maquinaria adecuada para realizar las labores, y un excesivo uso de la misma para acciones sin justificación técnica, como la mayoría de las aplicaciones de plaguicidas realizadas (Ramírez *et al.*, 2004b). Tres huertos no fueron considerados en este análisis, por que dos de ellos correspondieron a huertos sin riego y mantuvieron a los árboles bajo agobio hídrico durante el ciclo, lo que propició un manejo nulo y una mayor caída de fruto; y un huerto en el que se hizo el aclareo fuera de tiempo, durante el mes de Agosto.

**Eficiencia de producción.** No hubo diferencias estadísticas entre niveles de tecnificación y cultivares en los dos ciclos de evaluación (2001 y 2002), cuando éstos se tomaron como muestras y como promedios que incluyeron años y cultivares; sin embargo, cuando se analizó el promedio global de nivel de tecnificación x cultivar x año, la eficiencia de producción fue más alta en alta tecnificación (4.27 frutos por peso invertido), seguida por media tecnificación (3.33 frutos por peso invertido) y finalmente baja tecnificación (2.38 frutos por peso invertido). Es decir, la eficiencia de producción parece estar relacionada con la cantidad de recursos disponibles aplicados en cada sistema de producción (Cuadro 4).

**Número de frutos.** La Figura 3 muestra el cambio del número de frutos en el árbol durante los ciclos 2001 y 2002, en los tres niveles de tecnificación. Entre estratos es notoria la diferencia del número de frutos posterior al desahije o aclareo (cosecha potencial del huerto). En ambos ciclos la mayor cantidad y consistencia del número de frutos en el árbol se presentó en el nivel de alta tecnificación (AT). Aunque las pérdidas de cosecha estimadas en huertos de baja tecnificación (BT), indicaron que son mayores en relación a su propio potencial de cosecha, el volumen real de fruto caído, y por consecuencia de pérdida registrada, fue mayor en el estrato de alta tecnificación (AT) debido a que tienen una mayor cantidad de frutos en el árbol que los huertos pertenecientes a los otros dos niveles de tecnificación. Así, durante 2001 el número de frutos caídos en alta tecnificación (AT) fue de 386, contra 242 en media tecnificación (MT) y 159 en baja tecnificación (BT). Para el ciclo 2002, la cantidad de frutos caídos se incrementó a 677, 405 y 368 respectivamente.

Cuadro 2. Porcentajes de pérdidas de cosecha en los cvs. 'Golden Delicious' (GD) y 'Red Delicious' (RD) durante los ciclos 2001 y 2002 en tres estratos de tecnificación de huertos para cada factor de caída. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Nivel de tecnificación	Cultivar	<i>Cydia pomonella</i>	<i>Alternaria spp</i> <sup>a</sup>	Reducido número de semillas	Sin daño aparente	Relativo a cosecha total	Media por estrato
Ciclo 2001							
Alto	GD	4.7 a	--	0.0	6.1 a	11.1 a	
	RD	2.6 aB	5.3 aA	0.0	5.5 aA	13.5 a	12.3 a
Mediano	GD	7.7 a	--	0.0	10.7 a	18.4 a	
	RD	2.0 aB	7.5 aA	0.0	7.0 aA	16.6 a	17.5 a
Bajo	GD	5.1 a	--	0.0	8.3 a	13.4 a	
	RD	2.5 aB	6.5 aA	0.0	5.1 aA	14.2 a	13.8 a
Promedio		<b>4.1 aB</b>	<b>6.4 A</b>	<b>0.0</b>	<b>7.1 A</b>	<b>14.5 A</b>	<b>14.5</b>
Ciclo 2002							
Alto	GD	7.6 a	--	0.0	16.5 a	24.2 a	
	RD	3.4 aB	9.4 aA	0.4 aC	7.8 aA	21.2 a	22.7 a
Mediano	GD	13.1 a	--	0.5 a	13.8 a	27.4 a	
	RD	2.1 aB	8.5 aA	0.6 aC	10.7 aA	22.0 a	24.7 a
Bajo	GD	14.6 a	--	0.0	22.7 a	37.4 a	
	RD	5.3 aB	21.6 aA	0.7 aC	27.4 aA	55.2 a	46.3 a
Promedio		<b>7.7 B</b>	<b>13.2 A</b>	<b>0.3 C</b>	<b>16.5 A</b>	<b>31.2 A</b>	<b>31.26</b>

<sup>a</sup>Únicamente en el cultivar 'Red Delicious', ya que 'Golden Delicious' se considera resistente. Letras iguales indican promedios estadísticamente similares al 0.05 de probabilidad; minúsculas son para comparaciones verticales y mayúsculas para comparaciones horizontales.

Cuadro 3. Porcentajes de pérdidas de cosecha en los cultivares 'Golden Delicious' (GD) y 'Red Delicious' (RD) durante los ciclos 2001-2002, en función de los factores de caída. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Año	Cultivar	<i>Cydia pomonella</i>	<i>Alternaria spp</i> <sup>f</sup>	Reducido número de semillas	Sin daño aparente	Relativo a la cosecha total	Promedio
2001	GD	5.9 b	--	0.0 a	8.5 a	14.4 a	
	RD	2.4 b	6.4 b	0.0 a	6.0 a	14.8 a	14.6 a
2002	GD	11.3 a	--	0.1 a	16.9 a	28.5 a	
	RD	3.3 b	11.9 a	0.6 a	13.4 a	29.3 a	28.9 a
Promedio total		<b>5.7 B</b>	<b>9.1 A</b>	<b>0.2 C</b>	<b>11.3 A</b>	<b>21.8 A</b>	

<sup>f</sup>Únicamente en el cultivar 'Red Delicious', ya que 'Golden Delicious' se considera resistente. Letras iguales indican medias estadísticamente similares al 0.05 de probabilidad; minúsculas son para comparaciones verticales y mayúsculas para comparaciones horizontales.

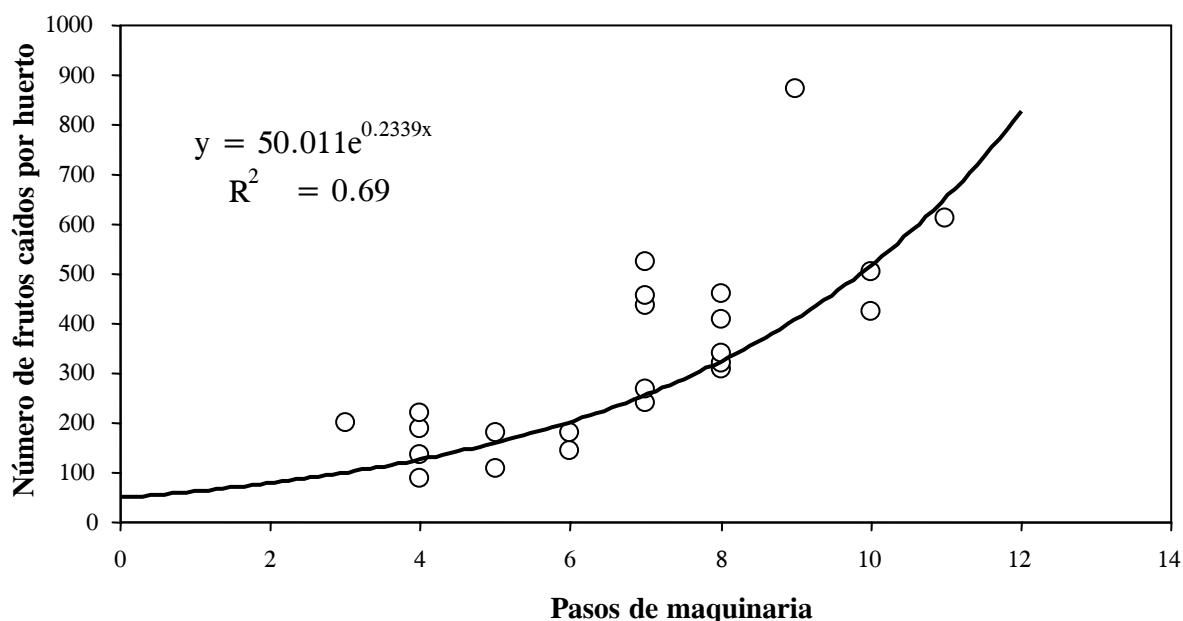


Figura 2. Relación entre los pasos de maquinaria y la caída de fruto sano en 13 huertos de manzano. Cuauhtémoc, Chihuahua. 2001-2002.

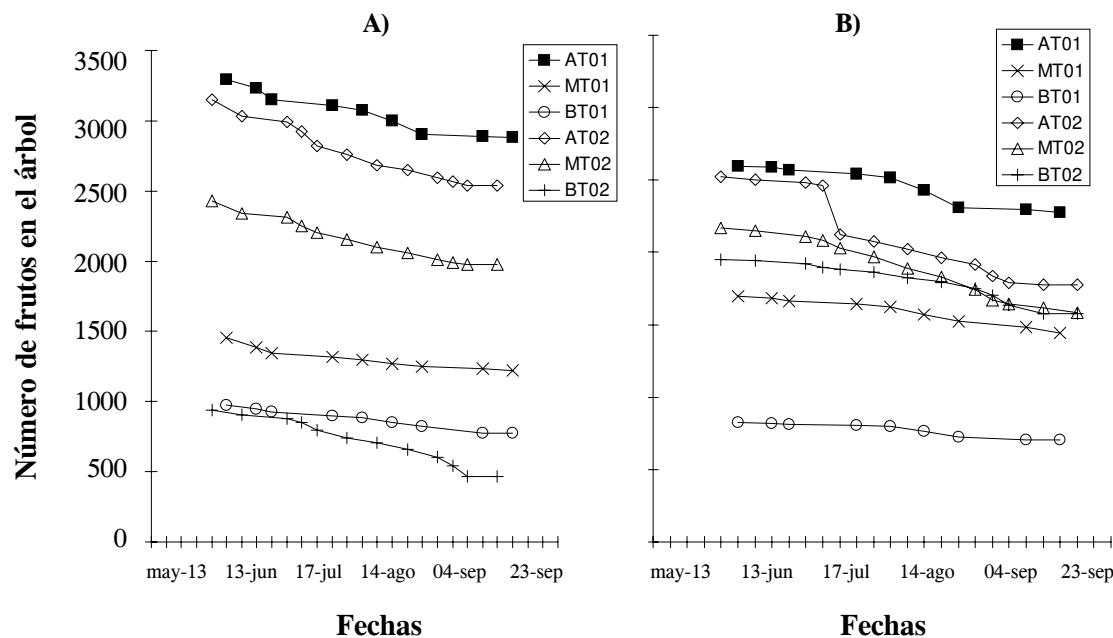


Figura 3. Número de frutos en el árbol a partir de la práctica de aclareo de los cvs. 'Red Delicious' (A) y 'Golden Delicious' (B) en 13 huertos de manzano durante los ciclos 2001 y 2002. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Cuadro 4. Eficiencia de producción de 13 huertos de manzano tipificados en tres estratos de tecnificación y dos cultivares durante los ciclos 2001-2002. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Nivel de tecnificación	Cultivar	Eficiencia de producción			
		2001	2002	Promedio/año	Promedio/año/cultivar
Mediano	'Golden Delicious'	4.3 a	2.9 a	3.6 a	
	'Red Delicious'	5.5 a	4.2 a	4.8 a	4.2 a
	'Golden Delicious'	3.5 a	3.3 a	3.4 a	
	'Red Delicious'	2.7 a	3.8 a	3.2 a	3.3 b
Bajo	'Golden Delicious'	2.2 a	3.6 a	2.9 a	
	'Red Delicious'	2.5 a	1.0 a	1.8 a	2.3 c

Letras iguales en una columna indican medias que son estadísticamente similares al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 5. Índice de rentabilidad de 13 huertos de manzano con alta (AT), mediana (MT) y baja tecnificación (BT). Cuauhtémoc, Chihuahua. 2001-2002.

Huertos	Tec.	Rendimiento comercial (kg ha <sup>-1</sup> )	Costos totales (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo por kg	Valor de la producción (\$ ha)	Beneficio neto (\$ ha <sup>-1</sup> )	Índice de rentabilidad
3	AT	35 310	50 732	1.44	123 585	72 853	2.44
5	AT	29 529	46 898	1.59	103 352	56 454	2.20
12	AT	33 672	50 921	1.51	117 852	66 931	2.31
4	AT	31 368	47 200	1.50	109 788	62 588	2.33
9	AT	33 042	44 073	1.33	115 647	71 574	2.62
<b>Promedio</b>	<b>AT</b>	<b>32 584</b>	<b>47 964</b>	<b>1.47</b>	<b>114 045</b>	<b>66 080</b>	<b>2.38</b>
	MT	15 032	34 916	2.32	52 612	17 696	1.51
7	MT	18 884	37 340	1.98	66 094	28 754	1.77
13	MT	14 874	32 940	2.21	52 059	19 119	1.58
8	MT	24 504	40 229	1.64	85 764	45 535	2.13
11	MT	22 886	34 322	1.50	80 101	45 779	2.33
<b>Promedio</b>	<b>MT</b>	<b>19 236</b>	<b>35 949</b>	<b>1.93</b>	<b>67 326</b>	<b>31 377</b>	<b>1.86</b>
	BT	6 828	20 684	3.03	23 898	3 214	1.16
6	BT	14 911	27 169	1.82	52 189	25 020	1.92
10	BT	6 582	22 606	3.43	23 037	431	1.02
<b>Promedio</b>	<b>BT</b>	<b>9 440</b>	<b>23 486</b>	<b>2.76</b>	<b>33 041</b>	<b>9 555</b>	<b>1.37</b>

Nota: Precio de venta \$3.50/kg de los cvs. 'Red Delicious' y 'Golden Delicious'. No se consideró el valor de la fruta de desecho.

En los estratos de media tecnificación (MT) y baja tecnificación (BT) fue característico la presencia de amplias variaciones en el número de frutos que representaron la cosecha potencial, en contraste con alta tecnificación (AT). La combinación mediana tecnología-'Red Delicious' (MT-RD), en 2001 presentó una variación de frutos en el árbol del 60 % con respecto a 2002 (Figura 3A). Las combinaciones alta tecnificación-'Red Delicious' (AT-RD) y baja tecnificación-'Red Delicious' (BT-RD), conservaron un número similar de frutos en ambos ciclos. Las causas se atribuyen a que mientras en AT se protege a los huertos de las heladas tardías, en los huertos BT no se hace dicha protección de modo que en este tipo de huertos el número de frutos es bajo y similar en los dos años evaluados. El cultivar 'Golden Delicious', fue menos afectado por las heladas tardías porque parte de su floración escapa de éstas (Figura 3B). Nuevamente, el estrato AT mantuvo un mayor número de frutos que el resto de tecnificaciones. El MT inició en 2001 con 1800 frutos y en 2002 alcanzó los 2200. En 2001 el estrato BT no alcanzó los 1000 frutos, pero en 2002 llegó a 2000. Este tipo de comportamiento irregular en la cantidad de frutos potenciales de cosechar, se debe a un mal manejo de la alternancia y deficiente prevención del daño por heladas tardías. Durante abril del 2001 se registraron 4 d con heladas ( $< 0^{\circ}\text{C}$ ), en tanto que en abril del 2002 solamente hubo 1 d con temperatura de  $-0.5^{\circ}\text{C}$  (Fuente: [www.Unifrut.com.mx](http://www.Unifrut.com.mx)). Posiblemente el origen de esto sea la falta de recursos y la carencia de asistencia técnica que permita la aplicación de prácticas que sí son comunes en el estrato AT.

Otro aspecto relevante es el número de frutos con que finalizaron el ciclo 2002 los tres niveles de tecnificación (Figura 3B) que osciló entre 1600 y 1800 frutos, debido a una abrupta caída de fruto ocurrida AT durante la primera semana de agosto. El comportamiento alternante del número de frutos en MT y BT, así como las pérdidas de cosecha en AT, fueron los factores determinantes de la igualdad estadística de los resultados expresados en pérdidas de cosecha.

**Rentabilidad.** El costo de producción promedio fluctuó entre 1.33 a 3.43 \$ kg<sup>-1</sup>, en función al nivel tecnológico de los huertos (Cuadro 5), y se detectó un beneficio neto promedio por hectárea de 66 080 \$ ha<sup>-1</sup> en AT, de 31 377 \$ ha<sup>-1</sup> en MT y de 9 555 \$ ha<sup>-1</sup> en BT. El rendimiento comercial en AT fue de 32.5 t ha<sup>-1</sup>, con costos totales de 47 965 \$ ha<sup>-1</sup>, y un costo unitario de 1.47 \$ kg<sup>-1</sup>. El índice de rentabilidad en AT fue de 2.38 pesos por peso invertido. El rendimiento comercial MT fue de 19.2 t ha<sup>-1</sup>, con costos totales de 35 949 \$ ha<sup>-1</sup>, y un gasto unitario de 1.93 \$ kg<sup>-1</sup>; el índice de rentabilidad fue de 1.86 pesos. Finalmente, en BT el rendimiento comercial fue de 9.4 t ha<sup>-1</sup>, con

costo total de 23 486 \$ ha<sup>-1</sup>, y un gasto de 2.76 \$ kg<sup>-1</sup>, y un índice de rentabilidad de 1.37 pesos por peso invertido.

Huertos en producción del estado de Washington, EE. UU., presentan costos de producción más elevados (118 620 \$ ha<sup>-1</sup>; Glover *et al.*, 2002), que el promedio estimado en este trabajo; sin embargo su nivel de productividad es muy parecido al de los estratos AT y MT, con un costo por kilogramo de manzana de 1.77 pesos.

El costo de producción de la manzana norteamericana se ha incrementado sustancialmente; en 1995 producir 1 kg de manzana equivalía a \$ 0.70 y el costo de producción era de 51 100.36 \$ ha<sup>-1</sup> (Bechtel *et al.*, 1995). Un aspecto desfavorable para la manzana mexicana es el bajo rendimiento por hectárea, cuyo promedio general es de 20.4 t ha<sup>-1</sup>, en tanto que en el estudio de referencia es de 68 t ha<sup>-1</sup>. Es de esperarse que los cambios hacia densidades de plantación más altas que las actualmente utilizadas en Chihuahua, México, conlleve a elevar los costos de producción, aunque los costos iniciales de plantación serían demasiado altos para propiciar este cambio en los estratos de media y baja tecnificación. El costo por kilogramo promedio de los huertos de AT indican competitividad si las preferencias del mercado nacional continúan hacia las manzanas 'Golden Delicious'; sin embargo, esto no garantiza la sobrevivencia competitiva de los estratos de media tecnificación y baja tecnificación. Una posible alternativa es la orientación de estos sistemas hacia una producción orgánica o industrial de manzana, que permitan la búsqueda de otro tipo de mercados, diferentes a los tradicionales. Esto implica diseñar tecnologías cultural y ecológicamente adecuadas para la región manzanera del Estado de Chihuahua.

## CONCLUSIONES

Los huertos de baja tecnificación presentan el mayor porcentaje de pérdidas en relación con su propia cosecha potencial. La mayor cantidad de pérdidas de cosecha proviene de fruto aparentemente sano. La eficiencia de producción estuvo relacionada al nivel de tecnificación de los huertos así como con la rentabilidad de dichos sistemas de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bechtel L, B H Barrit, M A Dilley, H R Hinman (1995)** Economic Analysis of the Apple Orchard Management Systems with Three Varieties in Central Washington. Res. Bull. XB1032. College of Agric. and Home Econ. Res. Center. Washington State University. 48 p.
- Ellis M A, J G Barrat (1983)** Moldy-core causes problems in Red Delicious. Ohio Report 68:19-21
- Glover J, H Hinman, J Reganold, P Andrews (2002)** A Cost of Production Analysis of Conventional vs Integrated vs Organic Apple

- Production Systems. Agric. Res. Center. Bull. XB1041. Washington State University. 93 p.
- Jacobo C J, M Ramírez L (1999)** Importancia, Biología y Control de la Palomilla de la Manzana (*Cydia pomonella* L.). Folleto Técnico No. 9. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. INIFAP. México. 27 p.
- Lamont G (2003)** Can New York compete in the world apple market?. New York Fruit Quart. 11: 1-2.
- Perrin R K, D L Winkleman, E R Mascaroli, I R Anderson (1979)** Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. CIM-MYT. México, D.F. 545 p.
- Ramírez L M, J Jacobo C (1999)** Estructura de un modelo para el corazón mohoso (*Alternaria alternata* f.sp. *mali*) de la manzana Red Delicious. Rev. Mex. Fitopatol. 17:1-7.
- Ramírez L M, J Jacobo C (2002)** Impacto ambiental del uso de plaguicidas en huertos de manzano del Noroeste de Chihuahua. Rev. Mex. Fitopatol. 20:168-173.
- Ramírez L M, J Jacobo C, E. Sánchez C, J Soto P (2000)** El corazón mohoso, su importancia económica en diferentes estratos de tecnificación de huertos y su relación con la producción de manzana Red Delicious en el estado de Chihuahua. Rev. Mex. Fitopatol. 18:10-14.
- Ramírez L M, J Jacobo C, M Avila M, R Parra Q (2004a)** Efecto de la temperatura y precipitación en la captura de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en trampas con feromonas sexual en Cauauhtémoc, Chihuahua. Entomol. Mex. 3:163-166
- Ramírez L M, J Jacobo C, M Ávila M, R Parra Q (2004b)** Eficiencia del uso de plaguicidas en huertos de manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] en Chihuahua, México. Rev. Mex. Fitopatol. 22:403-413.
- Robinson T, S A Hoying (2003)** What are tree density and training system should NY growers use with apple orchards?. New York Fruit Quart. 11:5-8
- Stover E, M Fargione, R Risio, X Yang, T Robinson (2001)** Fruit weight, cropland, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6-Benzyladenine and NAA at several phenological stages. HortScience 36:1077-1081
- Ward D L, R P. Marini (2001)** Relationships among day of year of drop, seed number, and weight of mature apple fruit. HortScience 36:45-48
- White G B, A DeMarre (1992)** Economics of apple orchard planting systems. Cornell Coop. Ext. Information Bull. 227. Ithaca, N.Y. 52 p.
- Wilson L T, W W Barnett (1983)** Degree-days. An aid in crop pest management. California Agric. 37:4-7.
- Zalom F G, P R Goodell, L T Wilson, W W Barnett, W J Bentley (1983)** Degree-days: The calculation and use of heat units in pest management. Div. Agric. Nat. Res., University of California. Leaflet 21373.