Rev. Fitotec. Mex. 13:188-203. 1990

PRODUCCION, DIMENSIONES DEL ARBOL Y EFICIENCIA DE PORTAINJERTOS PARA MANZANO

Rafael A. Parra Quezada[1], Victor M. Guerrero Prieto[2] y Jorge H. Siller Cepeda[2]

RESUMEN

En el noroeste de Chihuahua la fruticultura intensiva de manzano (*Malus domestica* Borkh) aún es incipiente ya que sólo un 10% está sobre patrones clonales y el resto está sobre portainjertos francos, presentando densidades de plantación de 200 árboles por hectárea y con rendimientos que varían entre 4 y 12 ton/ha. El presente trabajo se llevó a cabo en Bachíniva, Chih. empleando datos de 1984 a 1989 con el objetivo de encontrar combinaciones entre cultivar/portainjerto que al menos produzcan 20 ton/ha. Para ello se evaluó la producción (kg/ha), la eficiencia de producción (kg/cm^2) y las dimensiones del árbol de nueve cultivares (dos del grupo Rome Beauty, tres del grupo Golden Delicious y cuatro del grupo Red Delicious) sobre cinco portainjertos clonales (MM-111, MM-106, M-7, M-26 y M-9). Las combinaciones sobresalientes dentro del grupo Rome Beauty fueron Spur Red Rome Beauty/MM-111, Rome Beauty/M-9 y Spur Rome Beauty/M-9 con 26.6, 26.4 y 22.7 ton/ha, respectivamente; en el grupo Golden Delicious destacaron Spur Golden Delicious/MM-111, Golden Delicious/M-9 y Gold Spur/M-7 con 29.3, 28.1 y 28.2 ton/ha, respectivamente; finalmente, en el grupo Red Delicious sobresalieron Red Spur/MM-106 y Starkrimson/MM-111 con 23.2 y 22.5 ton/ha. Numéricamente el portainjerto más eficiente fue M-9 con 2.49 kg de fruta por área de la sección transversal del tronco.

[1] Investigador del Programa de Frutales. CIFAP-CHIH. INIFAP. Apdo. Postal No. 554, C.P.31500; Cd. Cuauhtémoc, Chih.

[2] Ex-Investigadores del Programa de Frutales. CIFAP-CHIH. INIFAP, actualmente realizando estudios de Postgrado.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Malus domestica Borkh, portainjertos clonales, fruticultura, Golden Delicious, Red Delicious, Rome Beauty.

SUMMARY

In the Northwest of the State of Chihuahua, México, the intensive management of apple (*Malus domestica* Borkh) is just starting, since only 10% are grafted on clonal rootstocks and the rest on seedling rootstock; crop density is 200 trees per hectare and yield ranges from 4 to 12 ton/ha. This research was carried out at Bachíniva, Chih., from 1979 to 1989, in order to find the best cultivar/rootstock combinations that could yield at least 20 ton/ha. Yield (kg/ha), yield efficiency (kg/cm^2), and tree size of nine cultivars (two Rome Beauty, three Golden Delicious and four Red Delicious) on five clonal rootstocks (MM-111, MM-106, MM-7, M-26 and M-9), were evaluated. The best combinations were Spur Red Rome Beauty/MM-111, Rome Beauty/M-9 and Spur Rome Beauty/M-9 with 26.6, 26.4 and 22.7 ton/ha, respectively; Spur Golden Delicious/MM-111, Golden Delicious/M-9 and Gold Spur/M-7 with 29.3, 28.1 and 28.2 ton/ha, respectively; Red Spur/MM-106 and Starkrimson/MM-111 with 23.2 and 22.5 ton/ha, respectively. The most efficient rootstock was M-9 with 2.49 kg/cm^2.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Malus domestica Borkh, clonal rootstocks, fruticulture, Golden Delicious, Red Delicious, Rome Beauty.

INTRODUCCION

En el área productora de manzana (*Malus domestica* Borkh) del estado de Chihuahua,

el 90% de los huertos están sobre portainjertos francos, plantados a una densidad promedio de 200 árboles/ha y con producciones que varían de 4 a 12 ton/ha, lo cual contrasta con la fruticultura intensiva que se practica en otros países, donde se obtienen rendimientos que superan las 40 ton/ha (Carlson, 1982; Rom, 1982). Por lo tanto, es apremiante aumentar el rendimiento y la calidad de la fruta, así como hacer un uso más eficiente del agua (que en algunos casos es por bombeo), suelo y planta para poder competir con otros países que también abastecen el mercado nacional de manzana.

En México, donde no existen programas de mejoramiento genético para obtener portainjertos de frutales, el camino más viable es hacer introducciones y seleccionar los materiales más sobresalientes bajo las condiciones de clima, suelo, organismos dañinos, etc. de las regiones frutícolas del país. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar algunos portainjertos con diferentes cultivares de manzano y seleccionar aquellas combinaciones que superen las 20 ton/ha.

REVISION DE LITERATURA

Las bajas producciones en las diferentes áreas frutícolas se debe principalmente a factores limitantes del clima, suelo o manejo de la misma planta. El hombre puede modificar algunas características del suelo, dar diferente manejo o seleccionar cultivares y/o portainjertos con características sobresalientes. Se ha encontrado que precisamente los portainjertos clonales representan una buena opción para incrementar la eficiencia de producción en árboles frutales (Cummins y Aldwincle, 1982); esto significa aumentar la producción por unidad de superficie, el cual es un parámetro muy importante en la selección de cultivares, portainjertos o combinaciones de ellos. Una prueba de ello es la existencia de programas de mejoramiento genético en Inglaterra (Malling Merton). Michigan-USA (serie MAC), Missouri-USA (serie C. Clark), New York-USA (serie CG), Polonia (serie P) y Unión Soviética (serie Bud) estudiando vigor del árbol, resistencia a plagas, enfermedades y a problemas de suelo bajo diferentes condiciones de clima (Webster, 1984; Ferree y Perry, 1988; NC-140, 1990).

La utilización de árboles vigorosos establecidos a bajas densidades que producen fruta de mala calidad ha pasado a la historia; en cambio, ahora se prefieren los árboles compactos, precoces, que soportan altas densidades de plantación, con menos hijuelos y en algunos casos, resistentes a Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum* Hausmann) como las series MM, Pudrición de cuello [*Phytophtora cactorum* (Leb. and Cohn) Schroet] como M-9; lo cual hace de la fruticultura una actividad más remunerativa (Perry y Carlson, 1983; Cummins, 1983; Ferree, 1983; Cummins y Aldwinckle, 1982, 1988; Westwood, 1982; Ferree y Carlson, 1987).

Los portainjertos clonales representan una manera excelente, práctica y barata de controlar el vigor de muchas especies frutales (Webster, 1984; Ferree y Carlson, 1987). Los portainjertos de manzano más comunmente utilizados en Europa, Estados Unidos y Canadá son M-9, MM-106, M-7, MM-111 y M-26 (Carlson, 1982). En México la fruticultura se extiende a nuevas áreas donde los portainjertos actuales no siempre resuelven los problemas existentes, teniéndose que recurrir a nuevas introducciones y seleccionar el que mejor se adapte. Un mecanismo que permite acelerar el proceso de evaluación de portainjertos a nivel macro-región es el propuesto por

Ferree (1982), Ferree y Perry (1988) y NC-140 (1990), el cual consiste en repetir el experimento en tantas localidades como sea posible y evaluarlos bajo diferentes condiciones de manejo, clima y suelo.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Estación Frutícola Experimental ubicada en Bachíniva, Chih. La plantación se realizó en 1979 y se tomó información de la producción (en kg de fruta/árbol y en ton/ha) de 1984 a 1989; también se evaluó la eficiencia de la producción (kg/cm^2) con base en la producción acumulada (kg) sobre el área de la sección transversal del tronco[1], así como la altura (m) y ancho de la copa (m). Con base en esta última, al traslape de ramas entre árboles dentro de hileras y a criterio propio se asignó el ancho de copa a la distancia entre árboles dentro de la hilera. El ancho de la calle se determinó sumando 2 m al ancho de la copa, dejando espacio suficiente para manejo del huerto; de esta manera se estimó la distancia de plantación. La densidad de plantación se obtuvo dividiendo 10,000 m^2 entre la superficie resultante de la multiplicación de la distancia entre árboles y la distancia entre calles. La producción (ton/ha) se estimó multiplicando la nueva densidad de plantación por la producción promedio (kg/árbol).

El estudio contempló nueve cultivares (Cuadro 1) incluyendo tanto de hábitos de crecimiento estándar como de crecimiento espolonado, de tres grupos de cultivares (Rome Beauty, Golden Delicious y Red Delicious). Se plantaron cinco árboles en grupo por combinación cultivar/portainjerto.

Para analizar los datos de producción se utilizó un diseño de bloques al azar considerando años como repetición y las combinaciones cultivar/portainjerto como tratamientos dentro de cada grupo de cultivares. Para la eficiencia de producción, no se realizó análisis y sólo se consideró la suma de la producción promedio por año (84-89) sobre el área de la sección transversal del tronco en 1989; sin embargo, para la eficiencia de producción entre portainjertos se utilizó un diseño completamente al azar considerando el cultivar como repetición y al portainjerto como tratamiento. Para evaluar la altura del árbol y ancho de copa se utilizó un bloques incompletos al azar. Para determinar la alternancia se utilizó la siguiente fórmula (Kramer *et al.*, 1982):

$$A = 100 \frac{\text{Cosecha del año productivo - cosecha del año en reposo}}{\text{Cosecha del año productivo + cosecha del año de reposo}}$$

El manejo dado al experimento, año con año, consistió de: Poda en líder central (diciembre a febrero); aplicación de 3 a 4 riegos, de marzo a junio, con láminas aproximadas de 7 cm; fertilización una vez al año con 60-60-00 utilizando urea, la fórmula 18-46-00 o sulfato de amonio, en abril antes del riego; el control de maleza fue mecánico con rastra en las calles y manual con guadaña en las hileras; no se previno el daño de heladas; el aclareo de frutos se realizó químicamente aplicando Sevin 80 en dosis de 40 g/100 *l* de agua 20 días después de plena floración; el control de palomilla *Cydia pomonella* L. y de cenicilla *Podosphaera leucotricha* (E & E) Salm de la manzana se realizó de acuerdo al método de pronóstico del CESICH (García y Hernández, 1982; Ramírez, 1985); la cosecha se efectuó manualmente de agosto a octubre.

---

[1] $A = \frac{(\text{circunferencia del tronco})^2}{4\pi}$

Cuadro 1. Portainjertos, cultivares y densidades iniciales de plantación para manzano. Plantación 1979, Bachíniva, Chih.

Grupo	Cultivar	Portainjerto	Densidad inicial (árboles/ha)
Golden Delicious	Golden Delicious[1]	M-9	1250
		M-26	888
	Spur Golden Delicious[2]	MM-111	416
		MM-106	454
		M-7	888
		M-26	888
		M-9	1250
	Gold Spur[2]	M-7	888
		M-26	1250
		M-9	1250
Rome Beauty	Rome Beauty[1]	M-26	888
		M-9	1250
	Spur Red Rome Beauty[2]	MM-111	416
		M-7	888
		M-26	888
		M-9	1250
Red Delicious	Starkrimson[2]	MM-111	454
		MM-106	454
		M-7	888
		M-26	888
		M-9	1250
	Starking Delicious[1]	MM-111	416
		MM-106	454
		M-7	888
		M-26	888
		M-9	1250
	Red Spur[2]	MM-111	454
		MM-106	454
		M-7	888
		M-26	888
	Oregon Spur[2]	M-7	888
		M-26	888

Hábito de crecimiento: [1] Estándar y [2] Espolonado.

En el Campo Experimental la precipitación anual es de 400 a 600 mm, las temperaturas mínimas extremas varían de -26° a -11°C y las máximas oscilan de 39 a 45°C. El período libre de heladas tiene una duración que va de 130 a 214 días comprendido entre los meses de abril a octubre. Se presentan en promedio cinco días con granizo al año en el mes de julio. El suelo es de textura migajón arcillo-arenosa, pH de 6.6, densidad aparente de 1.2 g/cm^3, infiltración básica de 3.3 cm/hr y una profundidad de 60 cm, con una gran cantidad de piedra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Grupo Rome Beauty

La media de producción en kg/árbol/año indica que en los dos cultivares el mayor índice de alternancia se presentó con el portainjerto M-9 (Cuadro 2). En este caso, el año 1986 se excluyó ya que fue un año benigno y la acumulación de frío fue de 234.7 unidades frío (UF) estando por abajo del promedio (353.9 UF); esto originó una deficiente acumulación de frío en el árbol y por lo tanto una baja brotación de yemas tanto florales como vegetativas, disminuyendo el rendimiento de ese año. En los otros dos grupos estudiados los requerimientos de frío son menores y no fueron afectados en su producción. Estos índices de alternancia son aceptables al considerar que ambos cultivares sobre M-9 y Spur Red Rome Beauty/MM-111, por lo general presentan alternancia media, pero también un alto rendimiento de producción en kg/árbol, concordando con Kramer *et al.* (1982).

La producción promedio (en kg/árbol) presenta diferencias significativas entre combinaciones destacando Spur Red Rome Beauty/MM-111 seguido de Rome Beauty/M-9 y Spur Red Rome Beauty/M-9 con 39.95, 26.38 y 22.67 kg/árbol, respectivamente (Cuadro 2); esto indica que la influencia del portainjerto vigoroso es determinante sobre el comportamiento del cultivar, ya que MM-111 con el cultivar espolonado presentó el mayor ancho de copa, área de tronco y altura de planta, lo cual coincide con la información obtenida por Czynzyk y Zagaja (1984).

Para ancho de copa se encontraron diferencias significativas entre tratamientos destacando el cultivar espolonado sobre MM-111. Lo importante de este parámetro es que con base en él se estimó la densidad de plantación (Cuadro 3) observando en campo que Spur Rome Beauty sobre MM-111 y M-26 no cubrieron el espacio programado inicialmente, aumentando el número de árboles por ha y aumentando también la producción estimada por ha, infiriéndose que al utilizar estas combinaciones se hace un uso más eficiente del recurso agua, suelo, planta y manejo del huerto (Cummins y Aldwinckle, 1982; Webster, 1984). Por otro lado, en Rome Beauty/M-9 y en Spur Red Rome Beauty sobre M-7 y M-9 se disminuyó la densidad de plantación inicial (Cuadros 1 y 3) ya que se traslapaban las copas aumentando la competencia por espacio, luz, agua, nutrientes, etc. y sólo Rome Beauty/M-26 cubrió el espacio programado inicialmente (Cuadros 1 y 3). En producción estimada se encontraron diferencias significativas destacando Spur Red Rome Beauty/MM-111, Rome Beauty/M-9 y Spur Red Rome Beauty/M-9 con 26.6, 26.4 y 22.7 ton/ha, respectivamente.

Para área de tronco (cm^2) se encontró diferencias significativas destacando Spur Red Rome Beauty/MM-111, manifestándose

Cuadro 2. Producción y alternancia de los cultivares del grupo Rome Beauty con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Medias de producción (kg/árbol/año) 1984	1985	1986	1987	1988	1989	Producción promedio 1984-1989 (kg/árbol)	Alternancia[2] (%)
Rome Beauty/M-26	26.7	20.2	4.8	17.6	38.6	10.7	19.75 b[1]	57
M-9	30.6	25.9	2.9	28.0	54.6	10.3	26.38 b	68
Spur Red Rome Beauty/MM-111	23.2	47.4	0.7	54.5	79.0	34.9	39.95 a	55
M-7	25.3	22.6	1.5	24.1	28.8	17.5	19.97 b	24
M-26	31.0	20.2	0.8	25.5	17.5	7.5	17.08 b	61
M-9	30.2	22.9	6.1	25.6	44.6	6.6	22.67 b	72
C.V. (%)							39	

[1] Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).
[2] Para el cálculo de la alternancia se eliminó el dato de 1986.

Cuadro 3. Dimensiones del árbol y producción para cultivares del grupo Rome Beauty con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Ancho de copa (m)	Dist. de plantación estimada (m)	Densidad de planta estimada (árboles/ha)	Producción estimada[2] (ton/ha)	Area de tronco (cm^2)	Altura de planta (m)	Eficiencia de produc. acumulada (kg/cm^2)
Spur Red Rome Beauty/MM-111	2.7 a[1]	5 x 3	666	26.6 a	88.6 a	2.6 a	2.739
Spur Red Rome Beauty/M-7	2.4 ab	4.5 x 3	740	14.8 c	63.4 ab	2.2 a	1.935
Rome Beauty/M-26	2.3 ab	4.5 x 2.5	888	17.6 bc	72.3 ab	2.4 a	1.678
Rome Beauty/M-9	2.1 b	4 x 2.5	1000	26.4 ab	43.9 b	2.3 a	3.606
Spur Red Rome Beauty/M-26	2.0 b	4 x 2.5	1000	17.1 c	57.4 ab	2.3 a	1.884
Spur Red Rome Beauty/M-9	2.0 b	4 x 2.5	1000	22.7 abc	47.7 b	2.3 a	2.918
C.V. (%)	13			36	28	13	

[1] Medias en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).
[2] Se obtuvo multiplicando los kg de fruta/árbol/año por la densidad de plantación estimada.

nuevamente el vigor del portainjerto (Cuadro 3). El portainjerto M-9 con ambos cultivares presentó la combinación más compacta concordando con Webster (1984), Lord *et al.* (1983) y Ferree y Carlson (1987). En la eficiencia de producción destacaron Rome Beauty y Spur Red Rome Beauty, ambos sobre M-9, con 3.606 y 2.918 kg de fruta por cm^2 de área de la sección transversal del tronco, respectivamente (Cuadro 3). Esto confirma lo asentado por Cummins y Aldwinckle (1982) de que los portainjertos clonales son una de las pocas opciones para incrementar eficiencia y que éste es también un parámetro que permite seleccionar con mayor exactitud la mejor combinación.

Grupo Golden Delicious

En el Cuadro 4 se observa que en este grupo el cultivar Gold Spur sobre los tres portainjertos presentó los valores más altos de alternancia; sin embargo, sólo sobre M-26 combinó un alto índice de alternancia (80%) con una baja producción (14.5 kg/árbol). La combinación Spur Golden Delicious/M-7 presentó el mayor índice de alternancia y una producción baja, pero el mismo cultivar sobre M-26, sólo presentó 31% de alternancia. Por su parte, en el cultivar Golden Delicious sobre M-26 la alternancia fue de 65% pero con una alta producción (40 kg/árbol). Esto indica que la elección de una combinación no debe basarse únicamente en el índice de alternancia, sino que debe asociarse con la media de producción, ya que la aternancia puede ser inducida por el manejo, las condiciones climáticas y por las características del propio genotipo (Kramer *et al.*, 1982).

Para ancho de copa se encontraron diferencias significativas entre combinaciones destacando Golden Delicious, cultivar estándar, sobre M-26 y M-9 y Spur Golden Delicious/MM-111 y MM-106 (Cuadro 5). En esta variable la influencia del cultivar es notoria ya que ni M-9, portainjerto enanizante, ni M-26, portainjerto semienanizante, lograron reducir el vigor de la parte aérea. De igual manera, Spur Golden Delicious/MM-111 y MM-106 alcanzan dimensiones considerables por influencia del portainjerto ya que el primero es el más vigoros de todos y el segundo se comporta como semienano (Carlson, 1982; Webster, 1984). Al estimar densidades de plantación tomando como base el ancho de copa (Cuadro 5) se encontró que en el cultivar estándar (Golden Delicious) la densidad debería ser menor a la inicial, ya que se cruzaron las copas dificultándose el manejo; algo similar ocurrió con Spur Golden Delicious sobre M-26 y M-9, y con Gold Spur sobre M-9 y M-7. Lo contrario ocurrió para Spur Golden Delicious sobre MM-111 y MM-106 y para Gold Spur/M-26 donde no se cubrió el espacio programado aumentando la densidad de plantación; sólo en Spur Golden Delicious/M-7 sí se cubrió el espacio programado (Cuadro 5). Esto confirma que cualquier combinación es fuertemente afectada por sus componentes (portainjerto-cultivar), tipo de suelo, clima, manejo, etc., y por lo tanto, deben evaluarse en diferentes condiciones (Ferree, 1982; Ferree y Perry, 1988; NC-140, 1990). Con base en la densidad de plantación estimada se determinó la producción/ha, sin detectarse diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 5), ya que en tres combinaciones se aumentó densidad de plantación, en seis se disminuyó y sólo en una se conservó la densidad de plantación original. Por ello, en las combinaciones que produjeron pocos kg/árbol (Gold Spur/M-26) de fruta pero que presentaron menor anchura de copa, se aumentó la densidad de plantación logrando así un mayor rendimiento en ton/ha; así,

Cuadro 4. Producción y alternancia de los cultivares del grupo Delicious con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Medias de producción (kg/árbol/año) 1984	1985	1986	1987	1988	1989	Producción promedio 1984-1989 (kg/árbol)	Alternancia (%)
Golden Delicious/M-9	21.4	38.6	44.2	44.2	54.7	50.5	42.26 a[1]	44
M-26	13.7	32.1	47.6	44.7	63.5	40.3	40.31 abc	65
Spur Golden Delicious/MM-111	30.5	42.8	34.1	68.6	75.2	56.4	51.26 a	42
M-106	28.9	42.9	25.4	62.9	19.5	35.9	35.96 abcd	53
M-7	21.1	5.1	19.0	28.1	53.0	13.1	23.23 de	82
M-26	23.6	21.3	17.7	29.6	33.7	28.1	25.65 bcde	31
M-9	24.1	30.1	11.1	31.5	31.8	29.7	26.39 bcde	48
Gold Spur/M-7	38.7	9.8	49.2	10.0	77.0	43.7	38.07 abcd	77
M-26	17.1	5.0	17.1	3.3	30.2	14.5	14.53 e	80
M-9	40.3	14.7	52.3	8.8	74.0	14.0	34.02 bcd	79
C.V. (%)							43	

[1] Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 5. Dimensiones del árbol y producción estimada para cultivares del grupo Golden Delicious con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Ancho de copa (m)	Dist. de plantación estimada (m)	Densidad de planta estimada (árboles/ha)	Producción estimada[2] (ton/ha)	Area de tronco (cm^2)	Altura de planta (m)	Eficiencia de produc. acumulada (kg/cm^2)
Golden Delicious/M-26	3.2 a[1]	5 x 3.5	571	23.0 a	112.7 ab	3.34 a	2.164
Spur Golden Delicious/MM-111	3.1 ab	5 x 3.5	571	29.3 a	124.4 a	3.07 ab	2.479
Spur Golden Delicious/M-106	2.9 abc	5 x 3.5	571	20.5 a	92.0 bc	2.72 ab	2.397
Golden Delicious/M-9	2.8 abc	5 x 3	666	28.1 a	100.2 ab	3.12 ab	2.564
Gold Spur/M-7	2.5 cd	4.5 x 3	740	28.2 a	78.3 bcd	2.38 b	2.932
Spur Golden Delicious/M-26	2.5 cd	4.5 x 3	740	18.9 a	59.3 d	2.47 ab	2.466
Gold Spur/M-9	2.5 cd	4.5 x 3	740	25.5 a	73.8 bcd	2.65 ab	2.769
Spur Golden Delicious/M-9	2.5 cd	4.5 x 3	740	19.5 a	67.6 cd	2.57 ab	2.366
Spur Golden Delicious/M-7	2.2 de	4.5 x 2.5	888	20.6 a	48.7 d	2.08 b	3.252
Gold Spur/M-26	1.6 e	3.5 x 2	1428	20.7 a	42.4 d	2.16 b	2.101
C.V. (%)	11			44	28	9	

[1] Medias en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).
[2] Se obtuvo multiplicando los kg de fruta/árbol/año por la densidad de plantación estimada.

numéricamente destacaron Spur Golden Delicious/MM-111, Golden Delicious/M-9, Gold Spur/M-7 y Gold Spur/M-9 con 29.3, 28.1, 28.2 y 25.5 ton/ha, respectivamente, superando el objetivo planteado (20 ton/ha).

Otras ventajas adicionales que se logran con estos portainjertos es que MM-111 es resistente a "Pulgón lanígero" y M-9 es resistente a "Pudrición de la raíz" (Ballard, 1990; Ferree y Carlson, 1987). Para área de tronco y altura de planta se encontró diferencia significativa entre tratamientos destacando para ambas variables Spur Golden Delicious/MM-111 y MM-106, así como Golden Delicious/M-26 y M-9; en el caso del cultivar espolonado el mayor vigor se debe a los portainjertos que son más vigorosos, seguido de los más enanizantes como M-7, M-26 y M-9 (Cuadro 5); en el caso del cultivar estándar (Golden Delicious) su vigor se debe principalmente al hábito de crecimiento; la combinación más enanizante fue Gold Spur/M-26. Esta información, que concuerda con Cummins y Aldwinckle (1982), se debe principalmente a que este portainjerto no se desarrolla bien en suelos delgados y pobre drenaje (Webster, 1984; Lord *et al.*, 1983) como ocurre en Bachíniva. Esta información es importante ya que con base en ella se puede programar la altura de mallas antigranizo, de pivotes para aspersión y el paso de maquinaria. En cuanto a la eficiencia de producción destacaron Spur Golden Delicious/M-7, Gold Spur/M-7 y Golden Delicious/M-9, con 3.252, 2.932 y 2.564 kg de fruta acumulada sobre el área de la sección transversal del tronco, respectivamente (Cuadro 5). Esto indica, al igual que para el grupo Rome Beauty, que los portainjertos clonales son más eficientes (Cummins y Aldwinckle, 1982). Así mismo, este parámetro es uno de los más importantes para seleccionar una determinada combinación asociándola con producción, con la solución a algún problema local, con facilidades de manejo (poda, cosecha, aspersión de pesticidas) etc.

Grupo Red Delicious

Los índices de alternancia encontrados fueron altos para todas las combinaciones estudiadas (Cuadro 6); este fenómeno puede tener varios orígenes: manejo del huerto (no aclareo de frutos a tiempo), clima (heladas tardías que en un año acaban con la flor y al siguiente hay buena floración), deficiente polinización (poco amarre de fruto en un año y en el siguiente se incrementa el número de flores), etc. (Kramer *et al.*, 1982); y por supuesto, algunos cultivares son más alternantes que otros.

Para producción promedio existieron diferencias significativas entre tratamientos destacando los portainjertos más vigorosos como MM-111 y MM-106 con el cultivar estándar con más de 30 kg/árbol (Cuadro 6). La producción más baja ocurrió en M-7 con todos los cultivares evaluados, debido quizá a que este portainjerto, al igual que M-26, no tolera suelos delgados y mal drenados (Webster, 1984; Lord *et al.*, 1983), que es el tipo de suelos que predomina en Bachíniva.

Para ancho de copa se encontraron diferencias significativas entre tratamientos destacando Starking Delicious/MM-111 y MM-106, seguido de Starkrimson y Red Spur sobre los mismos portainjertos; como era de esperarse, las combinaciones más enanizantes se presentaron en Starkrimson/M-9 (Cuadro 7); estos resultados concuerdan con Westwood (1982), Carlson (1982) y Webster (1984), al indicar que el vigor inherente de un cultivar estándar, predomina aún con portainjertos enanizantes; por otro lado, al utilizar cultivares espolonados sobre

Cuadro 6. Producción y alternancia de los cultivares del grupo Red Delicious con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Medias de producción (kg/árbol/año) 1984	1985	1986	1987	1988	1989	Producción promedio 1984-1989 (kg/árbol)	Alternancia (%)
Starkrimson/M-111	15.3	10.6	29.4	20.1	69.2	7.7	25.58 c[1]	80
M-106	13.9	12.4	30.7	15.3	62.3	1.6	22.70 cd	95
M-7	5.8	2.7	15.8	4.1	27.2	3.5	9.85 ef	82
M-26	9.5	2.9	25.0	3.3	48.3	2.1	15.19 cdef	92
M-9	11.2	2.5	16.5	3.2	34.1	3.7	11.86 def	80
Starkrimson Delicious/MM-111	6.6	19.4	64.4	21.0	102.2	19.4	38.83 ab	88
M-106	17.6	11.7	44.2	35.6	120.4	10.2	39.95 a	84
M-7	5.2	1.6	13.9	1.7	31.7	11.3	10.91 ef	90
M-26	15.7	6.3	32.0	3.3	62.2	14.0	22.25 cde	90
M-9	17.6	2.6	16.8	10.8	56.6	13.7	19.69 cdef	91
Red Spur/M-111	9.9	15.8	17.2	10.5	60.4	4.6	19.73 cdef	86
M-106	8.9	10.5	19.8	17.0	48.2	6.9	18.54 cdef	75
M-7	3.1	3.1	5.8	2.9	25.2	15.5	9.22 f	79
M-26	17.1	3.6	21.3	7.1	39.4	9.6	16.35 cdef	83
Oregon Spur/M-7	6.2	3.5	16.1	8.1	32.2	9.4	12.58 def	80
M-26	11.1	3.2	18.7	16.8	45.0	10.6	17.57 cdef	87
C.V. (%)							54	

[1] Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 7. Dimensiones del árbol y producción estimada para cultivares del grupo Red Delicious con diferentes portainjertos.

Cultivar/Portainjerto	Ancho de copa (m)	Dist. de plantación estimada (m)	Densidad de planta estimada (árboles/ha)	Producción estimada[2] (ton/ha)	Area de tronco (cm^2)	Altura de planta (m)	Eficiencia de produc. acumulada (kg/cm^2)
Starking Delicious/M-111	3.8 a	6 x 4	416	16.2 ab	139.5 a	3.34 a	1.674
Starking Delicious/MM-106	3.4 ab	5.5 x 3.5	519	20.7 a	96.2 b	2.79 bcde	2.507
Starking Delicious/M-26	2.9 bc	5 x 3	666	18.4 ab	71.7 bcd	2.55 cdefgh	1.865
Starking Delicious/M-9	2.7 cd	5 x 3	666	13.1 ab	73.9 bcd	3.08 ab	1.603
Starking Delicious/M-7	2.6 cd	4.5 x 3	740	8.1 b	64.9 cd	2.08 i	1.028
Starkrimson/M-106	2.2 de	4.5 x 2.5	888	20.2 a	79.1 bc	2.65 cdef	1.731
Red Spur/M-111	2.1 def	4.5 x 2.5	888	17.5 ab	79.1 bc	2.83 bcd	1.504
Starkrimson/MM-111	2.1 def	4.5 x 2.5	888	22.5 a	65.9 cd	2.87 bc	2.315
Red Spur/MM-106	1.9 efg	4 x 2	1250	23.2 a	60.5 cd	2.58 cdefg	1.854
Red Spur/M-26	1.8 efg	4 x 2	1250	20.4 a	63.9 cd	2.20 hi	1.544
Oregon Spur/M-26	1.8 efg	4 x 2	1250	22.0 a	66.2 cd	2.32 ghi	1.600
Oregon Spur/M-7	1.8 efg	4 x 2	1250	15.7 ab	62.6 cd	2.29 ghi	1.217
Starkrimson/M-7	1.7 efg	4 x 2	1250	12.3 ab	46.9 d	2.11 i	1.290
Starkrimson/M-26	1.7 efg	4 x 2	1250	18.9 ab	54.8 cd	2.50 defgh	1.477
Red Spur/M-7	1.6 fg	3.5 x 2	1428	13.2 ab	40.0 d	1.69 i	1.393
Starkrimson/M-9	1.5 g	3.5 x 2	1428	16.9 ab	41.6 d	2.06 i	1.634
C.V. (%)	11			35	18	11	

[1] Medias en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

[2] Se obtuvo multiplicando los kg de fruta/árbol/año por la densidad de plantación estimada.

portainjertos enanizantes, la combinación es aún más compacta (Ferree y Perry, 1988; Cummins y Aldwinckle, 1988; Ballard, 1990; Ferree y Carlson, 1987). Con base en ancho de copa se estimó la densidad de plantación encontrando que en Starking Delicious/ M-26, M-9 y M-7 hubo traslape de ramas y se disminuyó el espaciamiento entre árboles; para el mismo cultivar pero sobre MM-111 se cubrió el espacio planteado y para el resto de combinaciones no se cubrió el espaciamiento aumentando la densidad de plantación (Cuadro 7). Para producción estimada se encontró diferencias significativas y seis combinaciones superaron el objetivo planteado (20 ton/ha, Cuadro 7). Sin embargo, esta información es valiosa ya que permite ofrecer alternativas a los fruticultores innovadores, presentando además, portainjertos con ventajas adicionales de manejo como los de la serie MM que son resistentes a pulgón y emite pocos hijuelos (Ballard, 1990; Ferree y Carlson, 1987).

En área de tronco y altura de planta se encontraron diferencias significativas destacando el cultivar estándar (Starking Delicious) sobre el portainjerto más vigoroso (MM-111); seguido de combinaciones entre Starkrimson y Red Spur con los portainjertos vigorosos (MM-111 y MM-106) (Cuadro 7). La combinación de menor área de tronco y menor altura fue Red Spur/M-7.

La mayor eficiencia de producción se obtuvo en Starking Delicious/MM-106 y en Starkrimson/MM-111 con 2.507 y 2.315 kg de fruta por área de la sección transversal del tronco; las combinaciones menos eficientes ocurrieron en el portainjerto M-7 con todos los cultivares evaluados (Cuadro 7).

Eficiencia de Producción

En esta variable no se encontró diferencias significativas al considerar portainjertos como tratamientos y a cultivar como repetición para los tres grupos de cultivares (Cuadro 8), sin embargo, numéricamente el más eficiente fue M-9 con 2.49 kg de fruta por área de la sección transversal del tronco; este portainjerto es el más enanizante de los evaluados y se adapta bien a este tipo de suelo (Webster, 1984). Además, este portainjerto es precoz, da buenos rendimientos, produce frutos de buen color, es resistente a pudrición de cuello aunque en algunos casos requiere de estacado para soporte ya que su sistema radicular es débil (Ballard, 1990). Por otro lado, los portainjertos enanizantes y cultivares espolonados inducen a combinaciones que en su estado adulto son de fácil manejo en cuanto a poda, cosecha, aplicación de agroquímicos y proporcionan frutos de buena calidad (información por publicar) al permitir una mejor penetración de luz.

Cuadro 8. Eficiencia de producción en los portainjertos evaluados.

Portainjertos	Eficiencia de producción (kg/cm^2)
M-9	2.49 a[1]
MM-111	2.14 a
MM-106	2.12 a
M-26	1.86 a
M-7	1.86 a
C.V. (%)	30

[1] Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

CONCLUSIONES

En el grupo Rome Beauty los mejores rendimentos se generaron en Spur Red Rome Beauty/MM-111 con 26.6 ton/ha y 2.739 kg/cm^2 de eficiencia, Rome Beauty/M-9 produjo 26.4 ton/ha y 3.606 kg/cm^2 de

eficiencia y Spur Red Rome Beauty/M-9 produjo 22.7 ton/ha y 2.918 kg/cm^2 de eficiencia. En este grupo las máximas dimensiones del árbol (ancho de copa, altura y área de tronco) se presentaron en Spur Red Rome Beauty/MM-111 y M-7.

En el grupo Golden Delicious la mayoría de las combinaciones rebasaron el objetivo planteado de 20 ton/ha, sobresaliendo numéricamente Spur Golden Delicious/ MM-111, Golden Delicious/M-9 y Spur Golden/M-7 con 29.3, 28.1 y 28.2 ton/ha respectivamente. Las combinaciones más eficientes en producción fueron Spur Golden Delicious y Gold Spur ambos sobre M-7 con 3.252 y 2.932 kg/cm^2. Las combinaciones más vigorosas se presentaron en Golden Delicious/M-26 y M-9 y Spur Golden Delicious/MM-111.

En el grupo Red Delicious sólo seis de las 16 combinaciones evaluadas superaron el objetivo planteado, destacando Red Spur/MM-106 y Starkrimson/MM-111 con 23.2 y 22.5 ton/ha. En eficiencia de producción las combinaciones Starking Delicious/MM-106 y Starkrimson/MM-111 fueron las mejores con 2.507 y 2.315 kg/cm^2, respectivamente. Para el mismo grupo las combinaciones más vigorosas fueron Starking Delicious/MM-111 y MM-106.

BIBLIOGRAFIA

Ballard, J.K. 1990. A brief update on apple rootstocks. Compact News 4:1-6.

Carlson, R.F. 1982. Overview of fruit tree rootstocks. Compact Fruit Tree 15:40-44.

Cummins, J.N. 1983. A new dwarfing apple rootstocks from West Germany. Compact Fruit Tree 16:98.

_____ **and H.S. Aldwinckle. 1982.** New and forthcoming apple rootstocks. Fruit Var. J. 36(3):1-10.

_____ and _____. **1988.** New directions in rootstock breeding: Introduction to the symposium. HortScience 23(1):100-101.

Czynczyk, A. and S.W. Zagaja. 1984. Evaluation of growth and cropping of apple trees grafted on dwarf rootstocks and iterstems. Compact Fruit Tree 17:37-49.

Ferree, D.C. 1982. Summary of rootstock research of NC-140 cooperative project. Compact Fruit Tree 15:14-16.

_____. **1983.** Cooperative rootstock research of NC-140 and IDFTA in the U.S. and Canada. Compact Fruit Tree 16:103-104.

_____, **and R.F. Carlson. 1987.** Apple rootstocks. **In:** Rootstocks for Fruit Crops. R.C. Rom and R. F. Carlson (eds.). John Wiley and Sons, N. Y. pp. 107-143.

_____, **and R.L. Perry. 1988.** Rootstock evaluation throught the NC-140 project. HortScience 23(1):102-104.

García S., C. y D. Hernández. 1982. ¿Cuándo combatir a la palomilla de la manzana? Desplegable para Productores Núm. 1. SARH-INIA-CIAN-Cuauhtémoc, Chih.

Kramer, H.S., R. Achuricht y B. Friedrich. 1982. Fruticultura. Cía. Edit. Continental S.A. de C.V. México, D. F. 276 p.

Lord, W.J., D.W. Green, and R.A. Damon. 1983. Scion/rootstock and interstem effects on growth, nutrition, and fruiting of apple tree and fruit quality. Compact Fruit Tree 16:65-69.

NC-140. 1990. Early performance of "Starkspur Supreme Delicious" on 16 rootstock in the NC-140 cooperative planting. Fruit Var. J. 44(4):225-235.

Perry, R.L. and **R.F. Carlson. 1983**. Effects of MAC rootstock on tree size of 13 year old "Red Prince" Delicious. Compact Fruit Tree 16:96-97.

Ramírez L., M.R. 1985. La cenicilla del manzano en la Sierra de Chihuahua; su desarrollo y control. Revista Mex. de Fitopatología 3(1):31-37.

Rom, R.C. 1982. The romance and science of the apple. Compact Fruit Tree 15:5-13.

Webster, T. 1984. Old and new apple rootstocks-the future. Compact Fruit Tree 17:5-18.

Westwood, N.M. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. Edic. Mundi-Prensa, España. 442 p.