ITEA (1996), Vol. 92V N.º 3, 171-187

RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DEL DURAZNERO [*Prunus persica* (L.) Batsch] CRIOLLO MEXICANO A LA MALEZA Y FERTILIZACIÓN CON NPK

J. A. Zegbe Domínguez
A. F. Rumayor Rodríguez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Zacatecas
Apartado postal n.º 18. Calera de V.R.
Zacatecas
98500. MÉXICO

RESUMEN

Con el propósito de estudiar el período crítico del control de las malas hierbas en especies frutales, se permitió el libre crecimiento de maleza nativa en tres etapas fenológicas del duraznero criollo cultivado bajo riego en Jerez, Zacatecas. México. En el experimento también se probaron tres dosis de fertilización, y éste se condujo de 1983 a 1985. Ambos factores fueron usados para maximizar el rendimiento agronómico y económico. Los resultados muestran que el máximo rendimiento agronómico (36 tm/ha) se obtuvo manteniendo el huerto libre de maleza todo el año, en combinación con la dosis de fertilizante 65-65-65 kg/ha de N, P y K, respectivamente. En contraste, la máxima tasa marginal de retorno económico se encontró con el mismo tratamiento de maleza en combinación con la dosis de fertilización 34-34-34. Además, se presentan resultados sobre el efecto de la presencia de la maleza en diferentes estados fenológicos de este frutal, en el rendimiento y tamaño del fruto.

Palabras clave: Melocotonero, Riego, Superficies de respuesta.

SUMMARY
YIELD AND ECONOMICAL RESPONSE OF MEXICAN NATIVE PEACH [*Prunus persica* (L.) Batsch] TO WEED AND NPK FERTILIZATION

With the objective to study the critical period of weed control, free weed growth was permitted in three phenological stages of native peach, cultivated under irrigated conditions in Jerez, Zacatecas, México. In this research, three fertilizer doses were also tested. The experiment was conducted from 1983 to 1985. Weed treatments, as well as fertilizer doses, were used to maximize the agronomical and economical yield. The results showed that the maximum agronomical yield (36 tm/ha) was obtained when the orchard was weed free during the whole year, in combination with a fertilizer dose of 65-65-65 kg/ha of nitrogen, phosphorous and potassium, respectively. In contrast, the maximum economical marginal return rate was also found with same weed treatment in combination with the fertilization dose of 34-34-34. Furthermore, the effect of weeds at different phenological stages of peach trees is also presented and discused.

Key words: Irrigation, Response surfer analysis.

Introducción

La presencia de malas hierbas en los cultivos frutícolas puede ser perjudicial, por la competencia que se establece principalmente por agua y nutrientes. Esta interacción afecta negativamente el desarrollo, y por lo tanto el rendimiento agronómico y económico de las especies frutales (LARSEN y RIES, 1960).

El control de la maleza en las plantaciones de duraznero o melocotonero, como en otras especies frutales, se ha realizado mecánicamente y con el uso de herbicidas (DANIELL y HARDCASTLE, 1972; LASSWELL y WORTHINGTON, 1987). Sin embargo, el uso repetido de ambos métodos de control presentan riesgos a corto y largo plazo (WELKER y GLENN, 1988; DYER *et al.*, 1993).

Aún cuando el concepto de período crítico de control de maleza (PCCM) ha sido desarrollado principalmente en cultivos anuales (HALL *et al.*, 1992; VAN ACKER *et al.*, 1993), éste puede ser adaptado a especies frutales, reemplazando el "tiempo" por la "etapa fenológica" del cultivo, en que la maleza puede permanecer sin detrimento del rendimiento agronómico y económico de una especie dada. Los trabajos de WELKER y GLENN (1985; 1989) y GLENN *et al.* (1996) están relacionados con el concepto de PCCM en duraznero. Estos autores encontraron, en duraznero cultivar 'Loring', que una área de 9 m^2 libre de la presencia de *Festuca arundinacea* Schreb., alrededor del tronco de los árboles, no afectó significativamente la arquitectura de los árboles, ni la eficiencia productiva de los mismos. Sin embargo, a medida que el área libre de la gramínea junto al tronco de los árboles se redujo, se observó un efecto negativo sobre el árbol frutal. El trabajo de estos investigadores ha sido recientemente aplicado en *Vaccinium ashei,* con resultados similares (NESMITH y KREWER, 1995).

Es conocido que la adición de nutrientes al suelo, tales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, tienen una fuerte influencia en la estructura y longevidad de los árboles de duraznero. La presencia o ausencia de estos nutrientes influyen en el rendimiento y la calidad de los frutos obtenidos. Más aún, la cantidad requerida de éstos por cada árbol, cambia considerablemente de una localidad a otra; por ejemplo, en diversas publicaciones, la adición de N recomendada varió de 0 a 0,87 kg por árbol; variaciones similares se indican para el P y K (LEECE y KENWORTHY, 1971; CUMMINGS y BALLINGER, 1972; ROSS y RIZZI, 1976; VALADEZ, 1975; YAMDAGANI y JINDAL, 1980).

La generación de funciones para la maximización de prácticas agronómicas en cultivos perennes, presenta mayor dificultad que en los anuales, debido entre otras cosas, a las dimensiones de los experimentos, al tiempo requerido para estabilizar los tratamientos, y al manejo de la plantación en años anteriores. Sin embargo, la información que se puede generar con este análisis, *coadyuva* a simular efectos de tratamientos que físicamente no son evaluados. PEREIRA y RIESTRA (1989) maximizaron el rendimiento agronómico y económico de la papaya (*Carica papaya* L.), en función de diversos niveles de la humedad aprovechable y la fertilización con distintas cantidades de N y P.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la presencia de la maleza y la fertilización sobre el rendimiento y el tamaño de durazno.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo de enero de 1983 a diciembre de 1985. El experimento se estableció en una plantación comercial de duraznero o melocotonero criollo de riego, con árboles de siete años y plantados a 5 x 5 m. El huerto está ubicado en los 22° 51' de latitud norte y 102° 57' de longitud Oeste, en Jerez, Zacatecas, México.

El suelo del huerto experimental tiene una textura franca y al establecer el estudio su contenido de materia orgánica era extremadamente pobre; así mismo, presentaba un pobre contenido de nitrógeno, y una concentración media de Fósforo, Potasio y Magnesio. El pH fluctuó de neutro (7,0) a débilmente ácido (6,2), y de neutro a alcalino (7,95). El clima de esta área se clasifica como semicálido desértico. La precipitación anual oscila entre los 400 y 670 mm, de la cual el 75% se distribuye en los meses de junio a septiembre y el resto de octubre a enero.

Estructura experimental

Se evaluó el efecto de los factores: a)presencia de maleza (PM) en diferentes etapas fenológicas del cultivo, y b) dosis de fertilizante (F).

Los niveles de PM consistieron en permitir el libre crecimiento de la maleza durante la formación de fruto (FF), maduración de fruto (MF), y en postcosecha (PC). La primera etapa tuvo un período comprendido entre la floración y el endurecimiento del hueso (de febrero a mayo). La segunda, desde el endurecimiento del hueso hasta la cosecha (de junio a agosto-septiembre). La tercera, se inició después de la cosecha hasta antes de la siguiente floración (de agosto-septiembre a enero del año siguiente). También se estudió el efecto de mantener la plantación sin y con maleza durante todo el año (SM y CM, respectivamente). En los tres primeros niveles, se realizaron cuatro laboreos en el año, mientras que para el nivel SM se realizaron ocho laboreos en el año para controlar la maleza. Los árboles bajo cualquier tratamiento de maleza fueron escardados únicamente en el área de goteo. La maleza encontrada con mayor frecuencia fue: *Amaranthus palmeri* Wats., *Bidens* spp., *Tithonia* spp., *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers., *Ambrosia artemisifolia* L., *Galinsoga* spp., *Brassica campestris* L., *Cyperus* spp., *Salsola kali* L., *Chenopodium incisum* Poir., *Chenopodium album* L., *Eragrostis* spp., *Hoffmansegia glauca* L., *Malva parviflora* L., *Oxalis* spp., *Argemone mexicana* L., *Portulaca oleracea* L., *Reseda luteola* L., y *Solanum rostratum* Dum. La densidad de la maleza fue extremadamente variable; dependiendo de la estación del año, los valores de densidad de ésta puede variar, en promedio, desde 30 hasta 270 individuos por m^2. Se considera el período más crítico durante la estación lluviosa (julio-septiembre), de acuerdo a lo señalado por AMADOR (1982).

Fertilizante

Los niveles de fertilizante fueron: a) 00-00-00, b) 50-50-50, y c) 100-100-100 kg/ha de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), utilizando urea como fuente de nitrógeno, y superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio como fuentes de P y K, respectivamente. Las dosis fueron aplicadas proporcionalmente por árbol (bajo el área de goteo), de acuerdo al número de árboles por hectárea (400). El fertilizante se fraccionó en dos aplicaciones, la de Fósforo y Potasio se hizo en la etapa de formación del fruto,

mientras que el Nitrógeno se aplicó en septiembre, después de la cosecha (Ross y Rizzi, 1976).

Variables de respuesta

Se incluyeron las siguientes variables de respuesta: peso y tamaño de los frutos, crecimiento del fruto y análisis económico.

Peso y tamaño de frutos

El rendimiento se evaluó a través del número, peso y tamaño de frutos por árbol y unidad experimental (tres árboles). El fruto cosechado fue pesado y separado de acuerdo a los tamaños (categorías) usados en la selección del durazno en la región, de acuerdo al diámetro ecuatorial (DE) del fruto. Las categorías incluidas se muestran en el Cuadro 1. Se generaron otras dos categorías de fruta: fruta comercial (C), que resultó de la suma de todas las categorías de fruto con excepción de rezaga (R), y el rendimiento total de frutos (To) cosechados.

Crecimiento de fruto

La curva característica del crecimiento del fruto se determinó como sigue: cinco frutos al azar y alrededor de los árboles (un árbol de cada parcela) fueron muestreados cada 14 o 15 días, a partir del 3 abril hasta el 3 de septiembre de 1985. En bolsas de polietileno, éstos fueron refrigerados a 6°C. Tan pronto como fue posible, el peso fresco de cada fruto fue determinado en una balanza analítica.

Análisis económico

Se consideraron como costos fijos, las siguientes actividades: a) plaguicidas y su aplicación, b) poda, c) cosecha, y d) riego. Los costos variables se derivaron de las diversas cantidades de fertilizante aplicado en cada tratamiento, y de la frecuencia de laboreos dados en las distintas parcelas experimentales para el control de la maleza en las etapas fenológicas definidas. Se efectuó un análisis marginal generado con la cantidad de fruta cosechada, su precio de venta y los costos (CIMMYT, 1988), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$TMR = IM/CVM$$

donde TMR es la tasa marginal de retorno, IM es el ingreso marginal y CVM son los costos variables marginales. Se consideró como tratamiento base para los cálculos,

CUADRO 1
CATEGORÍA Y DIMENSIÓN DE LA FRUTA A PARTIR DEL DIÁMETRO ECUATORIAL

	Categorías				
	Extra	Primera	Segunda	Tercera	Rezaga
Diámetro ecuatorial	≥5,1	4,4-5,0	3,8-4,3	2,5-3,7	*

* Frutos menores a 2,5 cm de diámetro ecuatorial, deformes, maltratados mecánicamente, dañados por plagas y enfermedades, y por efecto de granizo.

aquel que implicó no fertilizar ni controlar la maleza en todo el año.

Diseño experimental

Se usó un diseño experimental en parcelas divididas con un arreglo en bloques completos al azar. Los niveles de maleza y dosis de fertilizante fueron considerados como parcela y subparcela, respectivamente. En el experimento se utilizaron dos repeticiones, y la unidad experimental fue constituida por cuatro árboles. Para determinar la dinámica de crecimiento de fruto, uno de los árboles fue utilizado como parcela destructiva.

Las variables de respuesta fueron analizadas de manera multivariada. Los años de evaluación (1983, 1984 y 1985) fueron utilizados como medidas repetidas en tiempo (FERNÁNDEZ, 1991).

A través del análisis de correlación previo, se encontró que los datos del número y peso de los frutos dentro de cada categoría se encuentran altamente correlacionados ($r = 0,98$ y $P \leq 0,01$). Por lo anterior, el peso de los frutos dentro de cada categoría, fueron utilizados como variables de respuesta. Así mismo, éstos fueron transformados a la expresión $\sqrt{X} + 0,5$, antes de ser analizados (FERNANDEZ, 1992).

Análisis de superficie de respuesta

Las categorías de fruto que se analizaron por superficies de respuesta fueron la extra (por ser la de mayor precio), la comercial (por su valor en el mercado), y el rendimiento total (como un indicador del potencial de rendimiento). Con este método estimaron puntos críticos y estacionarios mediante la ecuación siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon$$

donde Y_i es estimación del rendimiento (kg/árbol); X_1 y X_2 son los niveles de fertilizante y presencia de malezas, respectivamente. β_0 es la ordenada al origen; β_1 y β_2 son los coeficientes que miden el efecto lineal; β_{11} y β_{22} son los coeficientes que miden los efectos cuadráticos; β_{12} es el coeficiente que mide la interacción de primer orden, y ε es el error. Se probó la falta de ajuste y nivel de significación ($P \leq 0,05$) para la ecuación de la función de respuesta obtenida. Para determinar la maximización de la respuesta del árbol a los niveles de PM, se le asignaron los valores de 0, 25, 50, 75 y 100, cuando el cultivo se encontró en SM, FF, MF, PC y CM, respectivamente; mientras que 0, 50 y 100, fueron los valores asignados las dosis de fertilizante 00-00-00, 50-50-50 y 100-100-100-100, respectivamente.

Todos los cálculos estadísticos fueron procesados en el Sistema de Análisis Estadísticos (SAS, 1988).

Resultados y Discusión

El resultado del análisis de varianza (ANVA) multivariado global detectó un cambio significativo ($P < 0,01$) entre los factores PM y F, al comparar las respuestas promedio del rendimiento total del durazno obtenidas en 1983 (Figura 1A y 1B) con las de 1984 (Figura 1C y 1D) y 1985 (Figura 1E y 1F). En contraste, no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) en las respuestas a los tratamientos entre 1984 y 1985. Esto indicó que el efecto de los tratamientos se estabilizó a partir de 1984. En consecuencia, sólo se presentan los resultados y ANVA

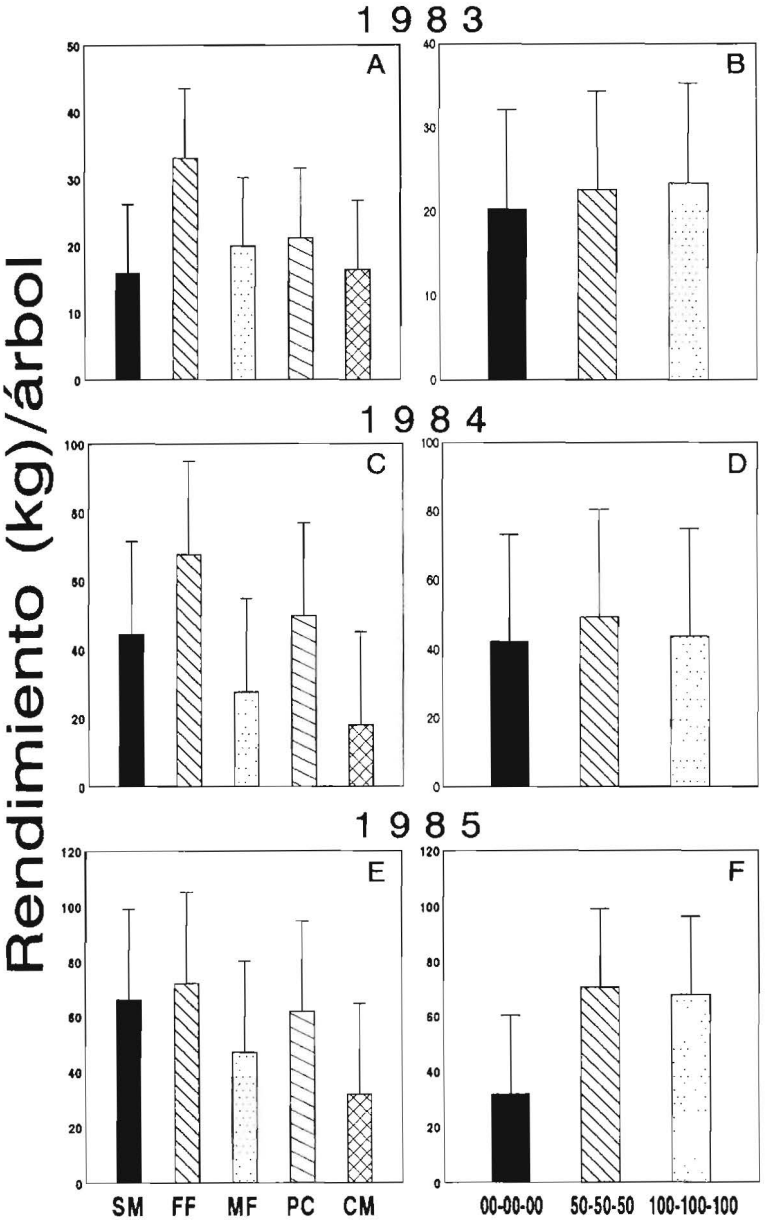


Figura 1. Respuesta del rendimiento total promedio a la presencia de la maleza y fertilización en 1983 (A;B), 1984 (C;D) y 1985 (E;F). Las barras verticales indican el promedio ± la desviación estándar. SM, FF, MF, PC y CM indica: sin maleza todo el año, con maleza en formación y maduración de fruto, en postcosecha, y con maleza durante todo el año, respectivamente.

CUADRO 2
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LOS FACTORES PRESENCIA DE LA MALEZA (PM) Y FERTILIZACIÓN (F) EN LAS CATEGORÍAS DE DURAZNO EXTRA (E), PRIMERA (P), SEGUNDA + TERCERA (ST), COMERCIAL (C) Y TOTAL (To)

FV	GL	E CM	P CM	ST CM	C CM	To CM
PM	4	12,30^{ns}	5,74^{ns}	0,63^{ns}	17,58^{ns}	18,32^{ns}
Error a	4	05,98	3,22	0,64	07,85	08,74
F	2	20,19**	5,69^{ns}	0,43^{ns}	24,42**	26,59**
PM X F	8	02,22ns	2,24^{ns}	0,10^{ns}	04,03^{ns}	04,45^{ns}
Error b	10	02,21	2,90	0,29	02,56	02,64

* datos transformados a la expresión: $\sqrt{X + 0,5}$.^{ns}, *, ** no significativo y siegnificativo con $P \leq 0,05$ y 0.01, respectivamente.

para 1985 (Cuadro 2). El ANVA, no detectó interacción significativa ($P < 0,05$) entre los dos factores, de modo que éstos fueron presentados separadamente.

Presencia de la Maleza

De acuerdo al ANVA, se concluyó que los niveles de PM produjeron estadísticamente ($P < 0,05$) el mismo peso de fruta en las diferentes categorías (Cuadro 2). A pesar de que no existió diferencia estadística, los datos sugieren una tendencia a producir más fruta en todas las categorías, cuando se permitió el libre crecimiento de las malas hierbas durante la etapa de formación de fruto, comparado con el resto de los niveles de PM (Figura 2). Los niveles de más bajo rendimiento fueron encontrados cuando se permitió el crecimiento de la maleza durante la maduración del fruto y, obviamente, cuando la maleza compitió con el cultivo durante todo el año, lo cual coincidió con LARSEN y RIES (1960) (Figura 2). Mientras que al dejar el desarrollo de la maleza durante postcosecha, fue un tratamiento que produjo un rendimiento intermedio entre FF y SM, en todas las categorías de durazno con excepción en frutos de primera (Figura 1B). Así, la escala promedio de disminución del rendimiento por efecto de la presencia de las malas hierbas en la plantación fue: con maleza todo el año (CM) > MF > PC > sin maleza todo el año (SM) > FF, cuya densidad promedio de malas hierbas por m^2 fue: >300, 270, 30, 0 y 30, respectivamente. Por lo tanto, el rendimiento de durazno dependerá de la densidad de la maleza y de la etapa fenológica del cultivo en que ésta se encuentre presente. Entonces, los datos sugieren que la presencia de malas hierbas en la etapa de formación del durazno (de febrero a mayo), cuando el desarrollo éste se caracteriza por una alta tasa de división celular (Fase I, Figura 2F), el rendimiento del duraznero no es afectado. Por lo anterior, se considera que esta etapa es la menos crítica, en cuanto a la competencia entre la maleza y el árbol. Un comportamiento similar del crecimiento del fruto se observó en los niveles SM y PC (Figura 2F). En contraste, dejar la maleza durante la etapa de

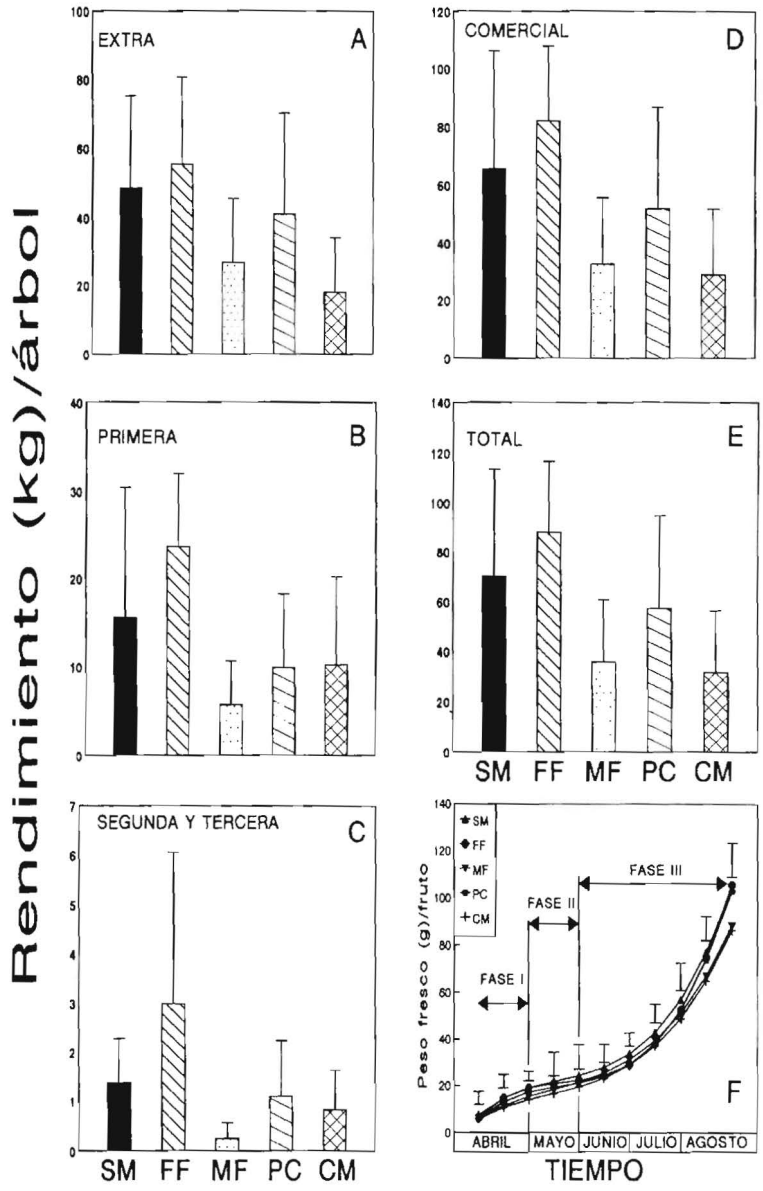


Figura 2. Efecto de la presencia de la maleza en diferentes estados fenológicos del duraznero sobre el rendimiento, tamaño de la fruta, y crecimiento de fruto (F). Las barras verticales en A, B, C, D, y E indican el promedio ± la desviación estándar. En F, indican el promedio ± la diferencia mínima significativa según Tukey ($P < 0,05$). SM, FF, MF, PC y CM indica: sin maleza todo el año, con maleza en formación y maduración de fruto, en postcosecha y con maleza durante todo el año, respectivamente.

maduración del fruto, donde el crecimiento está dado primordialmente por la elongación celular (Fase III, Figura 2F), la competencia entre el árbol y la maleza, por agua y nutrientes, se vuelve especialmente crítica. BOLAND *et al.* (1996), concluyeron que la fase III del crecimiento del fruto, es la más sensible a la aplicación de un tratamiento que provoca estrés o fitotoxicidad.

Por otro lado, el aumento del rendimiento registrado en el nivel FF, comparado con el testigo (libre de maleza todo el año), pudo deberse no solamente a que esta etapa no es crítica en cuanto a competencia, sino también a que en este tratamiento sólo se realizaron cuatro laboreos, en vez de ocho (como en el testigo). Con la reducción en el número de laboreos, se disminuye la compactación y erosión del suelo, favoreciendo así un incremento de la velocidad de infiltración del agua en el suelo, se mejora la macroporosidad, y se reduce el empobrecimiento de la materia orgánica, entre otros aspectos. Estos fenómenos ya han sido estudiados por VALDEZ y CHAN (1987), WELKER y GLENN (1988) y PASTOR (1989). En contraste, para mantener la plantación libre de malas hierbas todo el año fueron requeridos al menos ocho laboreos, los cuales afectaron negativamente las propiedades físicas del suelo, y por el ende, el rendimiento (VALDEZ y CHAN, 1987; PASTOR, 1989).

Fertilizante

El ANVA (Cuadro 2) detectó una diferencia significativa ($P < 0,05$) en el rendimiento de la fruta extra, comercial y total (Figura 3A; 3D; 3E, respectivamente) producida por la adición de fertilizante. Se observó una respuesta positiva al incrementar el rendimiento, entre las fórmulas 00-00-00 y 50-50-50, pero no así entre ésta última y la 100-100-100 (Figura 3). Por el contrario, la cantidad más alta de fertilizante produjo frutos de menor peso (Figura 3B; 3C), y tendió a reducir el rendimiento de frutos extra, comercial y total (Figura 3A; 3D; 3E, respectivamente). Este hallazgo está de acuerdo con los presentados por LEECE y KENWORTHY (1971), CUMMINGS y BALLINGER (1972), VALADEZ (1975). ROSS y RIZZI (1976) y YAMDAGANI y JINDAL (1980). También, se observó una reducción en la tasa de incremento del peso de fruto debido a la falta de fertilizante (N00-P00-K00), o a un exceso de éste (N100-P100-K100); la disminución se registró a partir de la fase III del crecimiento del fruto (Figura 3F). Por otro lado, el crecimiento del fruto fue constante con la adición de la fórmula equilibrada de 50 kg/ha de N, P y K. Una dinámica similar del peso de fruto y en el desarrollo vegetativo fue presentada por CUMMINGS y BALLINGER (1972) y ZEGBE (1995) en duraznero cultivar 'Redhaven' y 'Elberta', y en duraznero criollo, respectivamente.

Respuesta máxima agronómica

MARÍN *et al.* (1989) y PEREIRA y RIESTRA (1989) han sugerido el análisis de superficie de respuesta, para integrar el efecto de los factores sobre alguna variable de respuesta, como el rendimiento, siempre y cuando el experimento haya sido diseñado para ese propósito.

En la figura 4 se muestran las superficies de respuesta para las variables E, C y To, generadas con las funciones producto de la combinación de los factores PM y F (Cuadro 3). El punto estacionario para las tres categorías de fruta se encontró en un valor máximo, con éste se definieron los niveles óptimos de rendimiento (Cuadro 4). Como fue observado, la combinación de los

CUADRO 3
ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN (r^2) PARA LAS SUPERFICIES DE RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE DURAZNO EXTRA (E), COMERCIAL (C) Y TOTAL (To)

Categoría	Ecuación	r2
E	$Y = 32,36 - 0,10X_1 + 1,04X_2 - 0,002X_1^2 - 0,0001X_1X_2 - 0,01X_2^2$	0,45
C	$Y = 49,87 - 0,32X_1 + 1,07X_2 - 0,001X_1^2 + 0,001X_1X_2 - 0,01X_2^2$	0,42
To	$Y = 48,15 + 0,30X_1 + 1,10X_2 - 0,009X_1^2 - 0,0023X_1X^2 - 0,017X_2^2$	0,41

CUADRO 4
VALORES CRÍTICOS (VC) Y PUNTO MÁXIMO (Pm) DE PRODUCCIÓN (kg/árbol) PARA DURAZNO EXTRA (E), COMERCIAL (C) Y TOTAL (To) CON LOS FACTORES PRESENCIA DE MALEZA (PM) Y FERTILIZANTE (F)

	E		C		To	
Factor	VC	Pm	VC	Pm	VC	Pm
PM	25	66	0	87	0	90
F	65		65		63	

factores PM y F mostró una relación inversa entre ellos, ya que la reducción del rendimiento de durazno por la presencia de la maleza, dependió de la etapa fenológica en que ésta compitió con el cultivo; mientras que la adición de fertilizante compensó, hasta cierto punto, dicha competencia. Este resultado coincidió con los de MILLER (1983).

De acuerdo con los valores calculados para las funciones de respuesta, la combinación de tratamientos que maximizó el rendimiento de fruta E fue mantener la plantación con maleza en formación de fruto; mientras que para fruta C, y To, fue mantener la plantación libre de maleza durante todo el año, en combinación con la adición de la fórmula equilibrada de 65 kg/ha de N, P y K (Cuadro 4). Estos tratamientos generaron valores máximos de rendimientos de 26, 35 y 36 tm/ha para el durazno extra, comercial y total, respectivamente. Una vez maximizadas las respuestas, resultó claro que aplicaciones mayores de 65 kg/ha de N, P y K ya no incrementan el potencial de rendimiento, ni mejoran el tamaño del durazno. Las dosis de N, P y K sugeridas como "óptimas" por los autores consultados (LEECE y

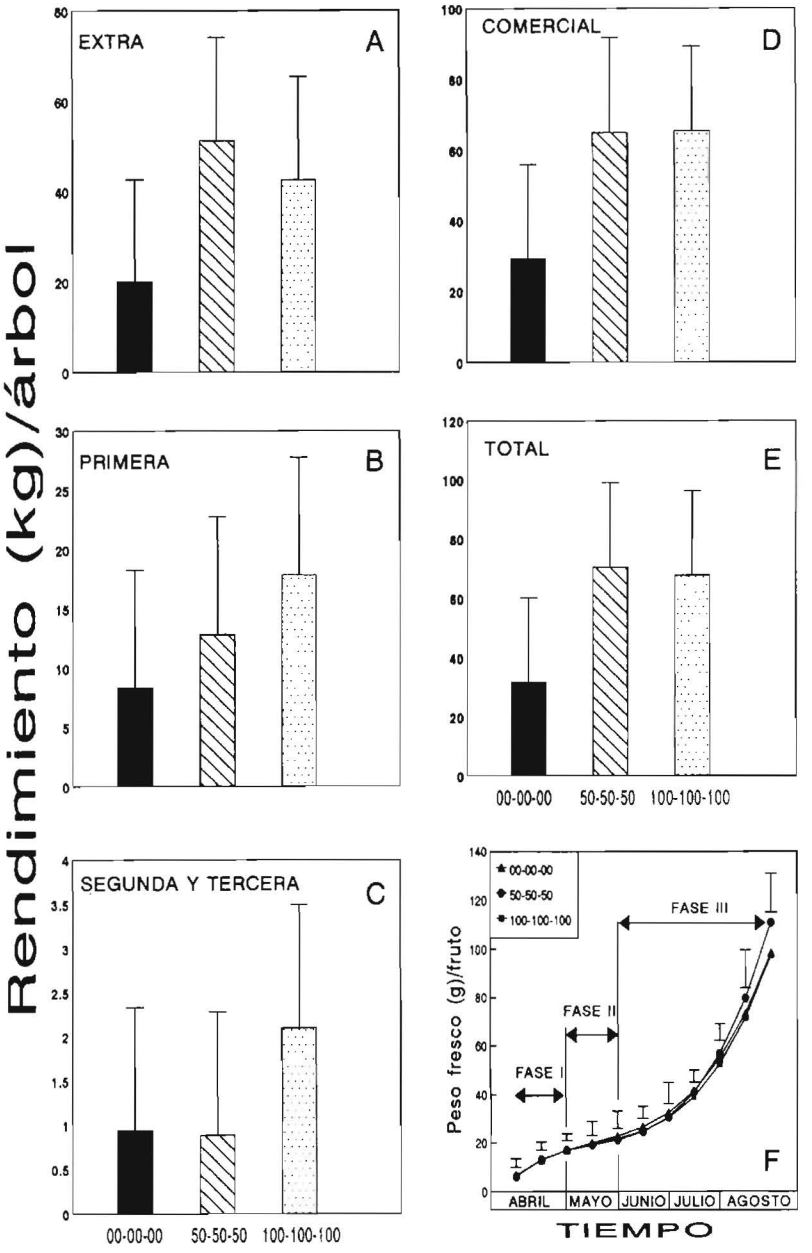


Figura 3. Efecto del fertilizante sobre el rendimiento, tamaño de la fruta, y crecimiento de fruto (F). Las barras verticales indican el promedio y la diferencia mínima significativa según TUKEY ($P < 0,05$).

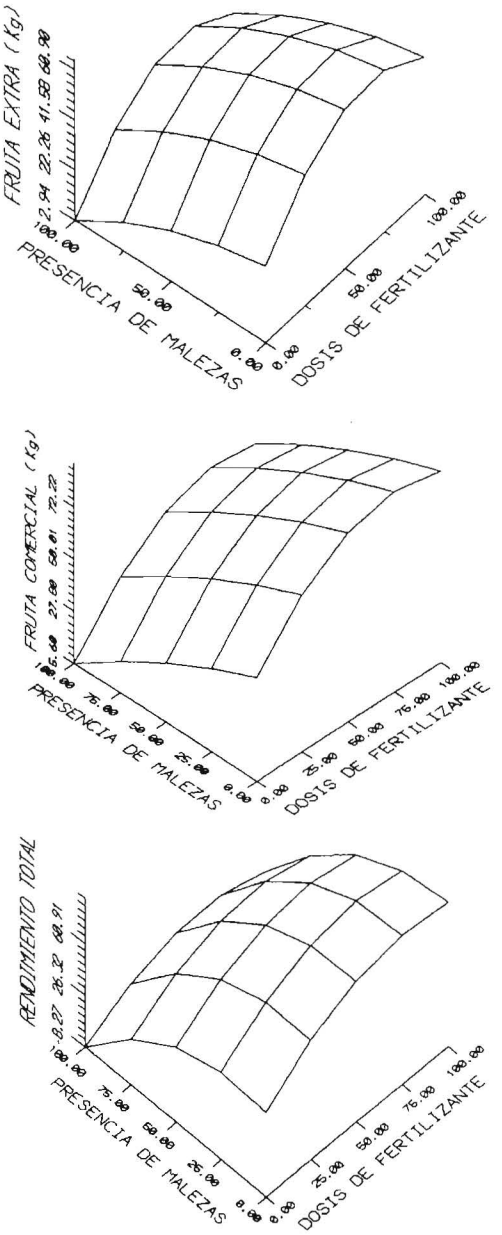


Figura 4. Superficies de respuesta para el rendimiento de durazno extra (A), comercial (B) y total (C), en función de niveles de la presencia de maleza y dosis de fertilizante.

KENWORTHY, 1971; CUMMINGS y BALLINGER, 1972; VALADEZ, 1975, ROSS y RIZZI, 1976; YAMDAGANI y JINDAL, 1980), discreparon considerablemente con este estudio. Dichas diferencias pueden deberse, entre otros aspectos, al material genético y al tipo de suelo; sin embargo, se considera que principalmente las diferencias se deben a que los autores antes señalados, denominaron como "fertilización óptima", a aquella dosis que de manera gráfica o numérica, produjo el mayor rendimiento. Dicha conclusión pude no ser correcta, ya que la maximización de factores, es producto de una función multivariada (MARÍN *et al.*, 1989; PEREIRA y RIESTRA, 1989). Los resultados también sugieren que el concepto de Período Crítico de Control de la Maleza puede ser implementado en cultivos frutícolas, utilizando estados fenológicos en lugar del tiempo de permanencia de las malas hierbas, sin que éstas compitan significativamente con el cultivo (HALL *et al.*, 1992; VAN ACKER *et al.*, 1993). De igual forma, podrá utilizarse el área máxima libre de la maleza o césped, en la cual éstos no establezcan una competencia significativa con el cultivo (WELKER y GLENN, 1985; NESMITH y KREWER, 1995; WELKER y GLENN, 1989).

Respuesta máxima económica

Indudablemente que el uso o no de los insumos y/o la recomendación de una práctica agronómica, llevan implícito un costo económico. En la figura 5 se muestran las superficies de respuesta de las tasas marginales de retorno para el fruto E, C y To. La representación gráfica se generó con las ecuaciones del cuadro 5, mientras que en el Cuadro 6, se indican los valores críticos para PM y F que produjeron las máximas tasas de retorno para las distintas categorías de fruto. Por lo tanto, los datos sugieren que mantener la plantación libre de maleza todo el año en combinación con una dosis equilibrada de fertilizante de 34 kg/ha de N, P y K es la combinación de tratamientos que maximiza la TMR en la producción de fruta C y To. En contraste, para obtener una producción de frutos E con una máxima TMR, los datos indican dejar el libre crecimiento de la maleza solamente durante la etapa de formación de fruto, en combinación con una mayor cantidad de fertilizante (50 Kg/ha de

CUADRO 5
ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN (r^2) DE LAS SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA LAS TASAS MARGINALES DE RETORNO EN LAS CATEGORÍAS DE DURAZNO EXTRA (E), COMERCIAL (C) Y RENDIMIENTO TOTAL (To)

Categoría	Ecuación	r2
E	$Y = 27{,}93 - 0{,}04X_1 + 0{,}65X_2 - 0{,}002X_1^2 + 0{,}002X_1X_2 - 0{,}007X_2^2$	0,51
C	$Y = 46{,}49 - 0{,}19X_1 + 0{,}56X_2 - 0{,}002X_1^2 + 0{,}004X_1X_2 - 0{,}0075X_2^2$	0,30
To	$Y = 50{,}49 - 0{,}19X_1 + 0{,}58X_2 - 0{,}002X_1^2 + 0{,}005X_1X_2 - 0{,}008X_2^2$	0,31

CUADRO 6
VALORES CRÍTICOS (VC) Y PUNTO MÁXIMO (Pm) PARA LAS TASAS MARGINALES (%) DE RETORNO EN EL DURAZNO EXTRA (E), COMERCIAL (C) Y RENDIMIENTO TOTAL (To), CON LOS FACTORES PRESENCIA DE MALEZA (PM) Y FERTILIZANTE (F)

	E		C		To	
Factor	VC	Pm	VC	Pm	VC	Pm
PM	25	3900	0	5735	0	6051
F	50		34		34	

N, P y K). Aun para este último caso, si el productor optara por producir fruta extra con las sugerencias hechas, el laboreo se reduciría en un 50%, en relación a los ocho que se realizan de manera normal en la región. Esto se reflejaría en una reducción de la erosión hídrica y eólica del suelo, que deberá ser cuantificada. De igual forma con esta recomendación, el uso de fertilizante potásico y nitrogenado se reduciría en un 35 y 57%, respectivamente, al comparar éstos con las dosis "óptimas" recomendadas de N (CUMMINGS y BALLINGER, 1972) y de K (YAMDAGANI y JINDAL, 1980). En cambio, la cantidad de P usada aumentaría en 63%, en relación a lo recomendado por YAMDAGANI y JINDAL (1980). Por lo tanto, una combinación de niveles de los tratamientos que maximiza el rendimiento agronómico, no necesariamente coincide con los máximos beneficios económicos para el usuario de la tecnología, lo cual está de acuerdo con lo mencionado por el CIMMYT (1988), MARÍN *et al.* (1989) y PEREIRA y RIESTRA (1989). Finalmente, el presente trabajo sugiere que las prácticas de laboreo y fertilización pueden ser maximizadas de acuerdo al objetivo perseguido, en beneficio del productor, del medio ambiente y de una fruticultura sostenible.

Conclusiones

El máximo potencial de rendimiento de durazno comercial y total (35 y 36 tm/ha, respectivamente), se obtiene manteniendo la plantación libre de malezas durante todo el año, en combinación con la fórmula equilibrada 65 kg/ha de N, P y K. Con la misma dosis de fertilizante, pero permitiendo el crecimiento de la maleza en formación de fruto, se obtuvo el máximo rendimiento de fruta extra.

Dosis de fertilizante mayores a 65 kg/ha de N, P y K, no mejoran el rendimiento ni el tamaño del durazno.

Las máximas tasas marginales de retorno para fruta comercial y el rendimiento total se obtienen manteniendo la plantación libre de maleza durante todo el año en combinación con la dosis de fertilizante de 34 kg/ha de N, P y K.

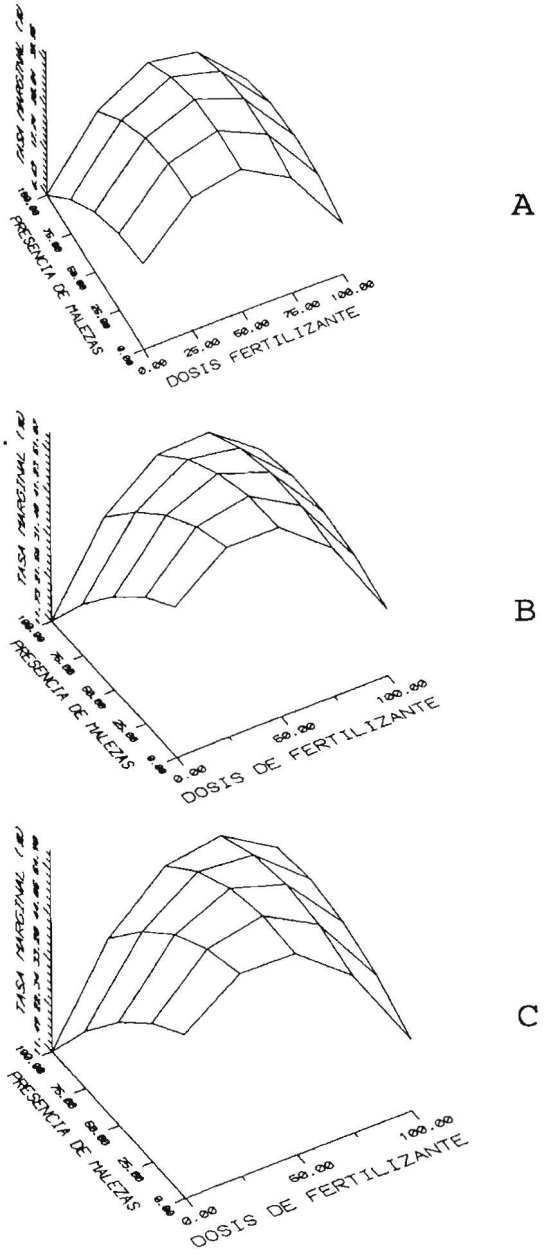


Figura 5. Superficies de respuesta para las tasas marginales de retorno en durazno extra (A), comercial (B) y total (C) en función de niveles de la presencia de maleza y dosis de fertilizante.

Los datos sugieren la utilización del libre crecimiento de la maleza en la etapa de formación de fruto, en combinación con la dosis de fertilización de 50 kg/ha de N, P y K., para obtener una máxima tasa marginal de retorno en la producción de fruta de tamaño extra.

El concepto del período crítico de competencia de la maleza puede ser aplicado a cultivos perennes utilizando la fenología de la especie.

Bibliografía

AMADOR, R. M.D. 1982. "Dinámica poblacional de la maleza en duraznero. Informe de investigación. Programa Combate de Maleza". SARH. INIA. CIANOC, CEZAC. México.

BOLAND, A.M.; MARTIN, S.; JERIE, P. 1996. "Effect of saline irrigation on fruit growth of peach and nectarine". *Second International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops* (Abstracts). September 8-13. Chania, Crete, Greece. p. 55.

CIMMYT. 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Ed. CIMMYT.; México.

CUMMINGS, G.A.; BALLINGER, W.E. 1972. "Influence of long time, nitrogen, pruning and longevity of 'Elbertha' and 'Redhaven' peach trees". *HortScience* 7 (2), 133-134.

DANIELL, J.W.; HARDCASTLE W.S. 1972. "Response of peach trees to herbicide and mechanical weed control". *Weed Sci.* 20 (2), 133-136.

DYER, W. E.; HESS, D.D.; HOLT, J.S.; DUKE, S.O. 1993. "Potential benefits and risks of herbicide-resistant crops produced by biotechnology". *Hort. Rev.* 15 (1), 367-408.

FERNANDEZ, G.C.J. 1991. "Repeated measure analysis of line-source splinkler experiments". *HortScience* 26 (4), 339-340.

FERNANDEZ, G.C.J. 1992. "Residual analysis and data transformation: Important tools in statistical analysis". *HortScience* 27(4), 297-300.

GLENN, D.M.; WELKER, W V.; GREENE, G.M. 1996. "Sod competition in peach production: I. Managing sod proximity". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(4), 666-669.

HALL, M.R.; SWANTON, C.L.; ANDERSON, G.W. 1992. "The critical period of weed control in grain corn (Zea mays)". *Weed Sci.* 40 (1), 441-447.

LARSEN, R.P. RIES, S.K. 1960. "Simazine for controlling weeds in fruit tree and grape plantings". *Weeds* 8 (4), 671-677.

LASSWELL, J.L.; WORTHINGTON, J.W. 1987. "Orchard weed control with a single spring application of herbicide". *The Texas Agricultural Experimental Station. Texas A & M University System.* Paper report No. 4505, 7 pp.

LEECE, D.R.; KENWORTHY, A.L. 1971. "Effect of potassium nitrate foliar sprays on leaf nitrogen concentration and growth of peach trees". *HortScience* 6 (2), 171-173.

MARÍN, G. M.; RIESTRA, D.D.; EXEBIO, G.A.; MARTÍNEZ G.A. 1989. "Respuesta del maíz CP-561 a presión poblacional, nitrógeno y balance hídrico bajo temporal en la región central costera de Veracruz". *Agrociencia* 87(1), 79-98.

MILLER, S.S. 1983. "Response of young 'Topred Delicious' apple trees to orchard floor management and fertilization". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (4), 638-642.

NESMITH, D.S.; KREWER, G. 1995. "Vegetation-free area influences growth and establishment of rabbiteye blueberry". *HortScience* 30(7), 1410-1442.

PASTOR, M. 1989. "Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración de agua en el suelo". *Investigación Agraria, Prod. y Prot. Vegetales* 4 (2), 225-247.

PEREIRA, M. C.A.; RIESTRA, D. D. 1989. "Respuesta de la papaya (Carica papaya L.) a la humedad aprovechable residual en el suelo al momento de riego, fertilización nitrogenada y fosfórica". *Agrociencia* 78 (1), 9-25.

ROSS, N.. RIZZI, A.D. 1976. "Cling peach production. Division of Agricultural Sciences". *University of California*. Leaflet 2455.

SAS Institute. 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03. SAS Institute, Inc. Cary, N. C. USA.

VALADEZ, M. C. 1975. "Estudio sobre fertilización a base de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio

(K2O) en el cultivo de durazno bajo riego". *Informe de Investigación*. SAG-INIA- CIAB. México.

VALDEZ, C. R.D. CHAN, C. J.L. 1987. "Efecto de las malezas sobre algunas propiedades físicas del suelo cultivado con duraznero en condiciones de riego y temporal". Terra 5 (1), 26-32.

VAN ACKER, R.C.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. 1993. "The critical period of weed control in soybean (Glycine max (L.) Merr."). *Weed Sci.* 41 (2), 194-200.

WELKER, W.V.; GLENN, D.M. 1985. "The relationship of sod proximity to the growth and nutrient composition of newley planted peach trees". *HortScience* 20 (3), 417-418.

WELKER, W.V.; GLENN, D.M. 1988. "Growth response of young peach trees and changes in soil characteristics with sod and conventional planting system". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 (5), 652-656.

WELKER, W.V.; GLENN, D.M. 1989. "Sod proximity influences the growth and yield of young peach trees". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114 (6), 856-859.

YAMDAGANI, R.; JINDAL, P.C. 1980. "Effect of different leaves of nitrogen, phosphorus and potash on yield and quality of 'Sharabati' cultivar on peach (Prunus persica L. Batsch)". *Hort. Abst.* 50 (8), 502 (abst. No. 6075).

ZEGBE, D.; J.A. 1995. "Influencia de la época de plantación, fertilización y poda de transplante sobre el desarrollo inicial del durazno criollo bajo temporal". *Rev. Fitotec.* Mex. 18(2), 91-106.

(Aceptado para publicación el 5 de noviembre de 1996)