

SISTEMAS DE MANEJO PARA PRODUCIR DOS O TRES COSECHAS POR AÑO EN FRAMBUESA ROJA EN CLIMA TEMPLADO

MANAGEMENT SYSTEMS TO PRODUCE TWO OR THREE FRUIT HARVESTS IN RED RASPBERRY UNDER TEMPERATE CLIMATE

Manuel Antonio Galindo-Reyes¹, Víctor Arturo González-Hernández^{1*}, Alfredo López-Jiménez², Prometeo Sánchez-García³, Ramón Marcos Soto-Hernández⁴ y Alfonso Muratalla-Lúa²

¹Programa en Fisiología Vegetal y ²Programa en Fruticultura del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, ³Programa en Edafología y ⁴Programa en Botánica del Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco. C.P. 56230. Montecillo, Edo. de México. Correo electrónico: vagh@colpos.mx

* Autor para correspondencia

RESUMEN

En regiones con clima templado, el cultivo en campo de la frambuesa (*Rubus idaeus* L.) 'productora en tallos del año' (productora de otoño) se hace mediante dos sistemas de manejo para obtener una o dos cosechas anuales. En esta investigación se evaluaron dos sistemas de manejo modificados, a los cuales se les agregó una poda y aplicación de promotores de brotación, para obtener una cosecha adicional en frambuesa roja productora de otoño 'Malling Autumn Bliss', crecida en clima templado a 2240 msnm, en un invernadero de polietileno sin calefacción. En enero del 2003 se establecieron los dos sistemas de manejo, el de tres cosechas (SMTC) y el de dos cosechas (SMDC) anuales, sobre plantas de un año de edad previamente trasplantadas a un sustrato compuesto de suelo y arena de tezontle (3:1, v/v). La evaluación se hizo durante 2003 y 2004, con base en la cinética de maduración de frutos, número de cosechas por año, rendimiento y calidad de fruto. En 2004, año en que no hubo heladas tempranas, se obtuvieron tres cosechas de fruto (primavera, verano y otoño) con el SMTC, y dos cosechas (verano y otoño) con el SMDC. Es decir, se logró obtener una cosecha adicional en otoño en los dos sistemas de manejo; esta tercera cosecha fue de 30 a 36 % inferior en rendimiento a la de verano, pero fue igual en calidad de fruto y ocurrió cuando hubo mejores precios que la de verano. Al considerar épocas de cosecha, rendimiento por cosecha y acumulado, y la calidad de fruto, resultó más recomendable el sistema de dos cosechas, porque requiere menos mano de obra para podas y cosechas manuales.

Palabras clave: *Rubus idaeus* L., frambuesa productora de otoño, calidad de fruto, producción forzada.

SUMMARY

In temperate regions, the primocane-fruiting (autumn fruiting) red raspberry (*Rubus idaeus* L.) can be field grown under two managements systems to obtain either one or two annual fruit harvests. In this study these management systems were modified by adding one pruning and application of plant growth regulators, in order to obtain an additional fruit harvest in 'Malling Autumn Bliss', a primocane-fruiting red raspberry cultivar, grown under greenhouse condi-

tions in a temperate climate at 2240 masl. In January 2003, the two modified managements systems were established in one-year old plants growing on a substrate composed by soil and red sand (3:1, v/v) under a polyethylene greenhouse without heating. These two systems are called 'three crops system' (SMTC) and 'two crops system' (SMDC). The evaluation was performed in 2003 and 2004, based on the fruit maturity kinetics, number of harvests, yield and fruit quality. In 2004, a year without early frost, we obtained three harvest periods (Spring, Summer and Fall) under SMTC, and two crops (Summer and Fall) under SMDC. That is, we succeeded in obtaining an additional harvest, which occurred in Fall, in both systems. This third harvest yielded 30 to 36 % less than that in Summer, but it was similar in fruit quality and occurred when prices were highest. Taking into account harvest periods, yield per harvest, cumulative yield and quality fruit, the management system for two harvests is better than that for three harvests, since it uses less labor for pruning and harvesting.

Index words: *Rubus idaeus* L., primocane-fruiting raspberry, fruit quality, off-season production.

INTRODUCCIÓN

La frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) es un frutal de clima templado con potencial para fructificar en diversas épocas del año en México; tal potencial no se explota porque la principal época de producción comercial ocurre de junio a agosto durante la saturación temporal del mercado, cuando el precio es mínimo (Muñoz y Juárez, 1997; Guzmán-Soria *et al.*, 2004).

Para forzar la cosecha de fruto en campo o en invernadero a la época de mejor precio que transcurre de septiembre a abril (Muñoz y Juárez, 1997; Guzmán-Soria *et al.*, 2004), es posible realizar diversas prácticas culturales como aplicación de promotores de brotación (aceite mineral

emulsificado, cianamida de hidrógeno, ácido giberélico) (Rodríguez y Almaguer, 1980; Snir, 1986, 1988), suministro de frío de manera natural o artificial (Dijkstra y Scholtens, 1993; Faby, 1993; Pritts *et al.*, 1999; Dale *et al.*, 2003) y podas en diversas épocas e intensidades (Oliveira *et al.*, 1996 y 2004). También el promotor de brotación tiazurón (TDZ) ha permitido adelantar la floración y la cosecha en frutales como ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lind.) 'Shiro' y 'Santa Rosa' (Almaguer *et al.*, 2000; Alvarado *et al.*, 2000) y zarzamora (*Rubus* spp) 'Comanche' (Galindo-Reyes *et al.*, 2004). Para que tales prácticas tengan efecto es necesario conservar suficientes reservas en la planta (carbohidratos y nutrimentos), pues de lo contrario no habrá expresión del rendimiento (Fernandez y Pritts, 1996); por ejemplo, las frambuesas productoras de otoño que se podan al nivel del suelo sufren estrés y pérdida de fotoasimilados, por lo que a largo plazo disminuirá su rendimiento (Skirvin y Otterbacher, 1979).

No obstante lo anterior, en regiones agrícolas con clima templado las frambuesas productoras de otoño tienen la capacidad de producir dos cosechas al año, una durante la primavera en la parte media de tallos del año anterior y otra en otoño en la parte superior de tallos del año (Skirvin y Otterbacher, 1979; Popenoe, 1994; Bañados *et al.*, 2002; Cicala *et al.*, 2002; Jouban *et al.*, 2002).

En estas frambuesas se usan dos sistemas de manejo, el de simple cosecha (SSC) y el de doble cosecha (SDC). El SSC consiste en podar a nivel del suelo todos los tallos del año anterior al final del letargo, para promover el crecimiento de nuevos tallos de los cuales se obtendrá una cosecha anual en la parte superior de éstos, mientras que en el SDC se dejan crecer simultáneamente tallos del año anterior y tallos del año, lo que permite obtener dos cosechas, una en la parte media del primer tipo de tallo (cosecha de primavera-verano) y la otra en la parte superior del segundo tipo de tallo (cosecha de otoño) (Skirvin y Otterbacher, 1979; Cicala *et al.*, 2002).

Skirvin y Otterbacher (1979) no encontraron diferencias entre el rendimiento de la única cosecha anual (de otoño) con el SSC y el de cada uno de los rendimientos de las dos cosechas (primavera-verano y otoño) del SDC, porque el rendimiento único del SSC representó 60 % de la producción acumulada en el de SDC. Por su parte, en frambuesa 'Malling Autumn Bliss', Cicala *et al.* (2002) determinaron que el rendimiento de la cosecha de primavera-verano del SDC fue inferior al obtenido en la cosecha de otoño en cualquiera de los dos sistemas de manejo; aún así, el rendimiento del SSC representó apenas 50 % de la producción acumulada del SDC. Ello significa que con el SDC el rendimiento anual por unidad de superficie es el doble que con el SSC; no obstante, en el SSC únicamente

se hace una poda y una cosecha, por lo que se requieren menos jornales, además de que estas labores se pueden mecanizar (Skirvin y Otterbacher, 1979).

La producción de frambuesa en condiciones de invernadero o túnel de polietileno inició hace más de diez años (Dijkstra y Scholtens, 1993; Faby, 1993) y en comparación con el sistema de producción en campo, tiene ventajas en la programación de la cosecha y la formación de frutos más grandes, firmes y menos propensos a pudrición, aunque sean ligeramente menos dulces y más ácidos, pero aún dentro de los estándares de calidad del mercado (Pritts *et al.*, 1999). En condiciones protegidas, la frambuesa se ha explotado con o sin suministro de frío de manera natural o artificial, tanto en variedades productoras de verano (productoras en tallos del año anterior) como en productoras de otoño (Dijkstra y Scholtens, 1993; Pritts *et al.*, 1999; Dale *et al.*, 2003); éstas últimas ofrecen ventajas al producir dos cosechas anuales, utilizar menos plantas por unidad de superficie y de esta manera reducir costos de producción (Dale *et al.*, 2003). Otra técnica empleada para retrasar la época de cosecha es la poda durante el verano en variedades productoras de otoño, que consiste en cortar todos los tallos a nivel del suelo o a diferente número de nudos (Oliveira *et al.*, 1996 y 2004).

En frambuesa productora de otoño 'Malling Autumn Bliss' cultivada en campo se han obtenido valores de firmeza de compresión (fuerza requerida para cerrar la cavidad donde se extrajo el receptáculo) de frutos en varios estados de madurez: color rosa, rosa intenso, rojo y rojo intenso de 436, 238, 227 y 160 g fuerza, respectivamente (Fortiz *et al.*, 1999). En cambio, en clones de frambuesa roja productora de verano se encontró que la firmeza de compresión en fruto varió desde 31 hasta 319 g fuerza (Daubeny *et al.*, 1980). En frambuesas productoras de verano variedades comerciales actuales 'Meeker', 'Tulameen' y 'Willamette' cultivadas en condiciones de campo, se obtuvo 218, 235 y 211 g fuerza, respectivamente (Burrows y Moore, 2002).

Con frambuesas productoras de otoño cultivadas en invernadero y en producción forzada es posible prolongar el periodo de oferta de fruto en el mercado, programar la época de cosecha, e incluso obtener hasta tres cosechas por año para incrementar la productividad. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar dos sistemas de manejo modificados, mediante una poda adicional y aplicación de promotores de brotación, para aumentar el número de cosechas anuales en frambuesa roja 'Malling Autumn Bliss'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción del sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en un invernadero sin calefacción con cubierta de polietileno en Montecillo, Edo. de México (19° 29' LN, 98° 53' LO y 2240 msnm), durante los años 2003 y 2004. Se midió la temperatura con un equipo digital Hobo modelo H8 (H08-004-02, Bourne, MA, EE. UU.). En 2003 la temperatura máxima extrema fue de 35.1 °C y la media mensual mayor de 25.1 °C ambas en abril; la temperatura media menor fue de 17.6 °C en enero, y la mínima extrema fue de -1.1 °C en diciembre y enero. En 2004 la temperatura máxima extrema fue de 34.4 °C en mayo, con una media más alta de 22.7 °C en agosto; mientras que la temperatura media más baja fue de 17.6 °C en diciembre, la mínima extrema (-0.5 °C) ocurrió en enero, y sin heladas en diciembre (0.7 °C) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas medias y extremas por mes registradas dentro del invernadero durante los años 2003 y 2004, que muestran la incidencia de heladas. Montecillo, Edo. de México.

Mes	Temperaturas (°C) en 2003			Temperaturas (°C) en 2004		
	Máxima extrema	Promedio	Mínima extrema	Máxima extrema	Promedio	Mínima extrema
Enero	25.7	17.6	-1.2	32.5	19.2	-0.5
Febrero	30.8	22.0	0.1	32.6	20.9	-0.2
Marzo	32.1	21.0	4.1	33.3	20.4	1.1
Abril	35.1	25.1	2.8	33.5	20.6	2.4
Mayo	34.5	24.6	6.2	34.4	22.2	6.2
Junio	31.5	25.0	9.4	31.5	21.6	8.2
Julio	31.3	23.0	6.6	31.2	20.7	7.0
Agosto	32.1	24.5	7.0	33.7	22.7	7.8
Septiembre	31.0	24.2	8.6	33.1	22.3	7.8
Octubre	32.8	24.9	4.9	34.1	22.0	7.0
Noviembre	33.0	24.6	2.4	33.3	19.7	1.1
Diciembre	30.9	19.9	-1.1	31.6	17.6	0.7

Se usaron plantas de frambuesa roja 'Malling Autumn Bliss' de un año de edad, que en agosto de 2002 se podaron para promover nuevo crecimiento y se trasplantaron a camas de siembra de 10 x 0.8 x 0.25 m de largo, ancho y profundidad, respectivamente; la distancia entre camas fue de 1.6 m, y las plantas se colocaron en hilera sencilla en el centro de la cama a una distancia de 0.40 m. Tales camas se rellenaron con una mezcla de suelo agrícola y arena de tezontle en proporción 3:1 (v/v); la textura de tal mezcla fue franco-arcillo-arenosa, con densidad aparente de 1.32 g cm⁻³, pH de 6.5, y concentración nutrimental de 20.38, 9.68 y 366.0 mg kg⁻¹, de N, P y K, respectivamente.

Sistemas de manejo

En un sistema de conducción de seto continuo, en enero del 2003 y 2004 se establecieron dos sistemas de manejo modificados, uno para obtener tres cosechas (SMTC) y el otro para obtener dos (SMDC) anuales, a partir de los

sistemas de dos y una cosecha evaluados por Skirvin y Otterbacher (1979) y Cicala *et al.* (2002). El sistema original de dos cosechas consiste en dejar crecer simultáneamente tallos del año anterior y tallos del año, lo que permite obtener dos cosechas, una en la parte media del primer tipo de tallo (cosecha de primavera-verano) y la otra en la parte superior del segundo tipo de tallo (cosecha de otoño); en el sistema de una cosecha se podan todos los tallos del año anterior al nivel del suelo al final del letargo, para promover el crecimiento de tallos nuevos en los cuales se obtendrá sólo una cosecha anual en la parte superior de éstos. Las modificaciones consistieron en realizar una poda de despunte extra en la parte superior de los tallos que crecieron el mismo año y aplicar promotores de brotación, como se describe a continuación.

En el SMTC, para obtener la primera cosecha (de primavera), el 21 y 31 de enero del 2003 y 2004 se podaron los tallos a 0.6 m de altura para eliminar la parte que ya había producido el año anterior, y luego se les asperjó una mezcla de TDZ (200 mg L⁻¹) + ácido giberélico (100 mg L⁻¹) + adherente Safe-T-Side® (10 mL L⁻¹) a punto de goteo. Durante la evaluación se dejaron 12 tallos formados el año anterior y 15 formados el año en curso, por cada metro lineal; en 2003 los tallos del año actual recién emergidos se estuvieron eliminando hasta el mes de abril, mientras que en 2004 se dejaron crecer libremente desde febrero. Después de la cosecha de primavera se podaron los tallos del año anterior al ras del suelo. La segunda floración y la cosecha (de verano) ocurrieron en la parte superior de los tallos del año (15 por metro lineal) y la tercera floración y cosecha (de otoño) se obtuvieron en la parte media de estos mismos tallos del año, ya que se dejaron a una altura de 0.9 m mediante poda de despunte que se hizo una semana después de terminar la cosecha de verano. La densidad se ajustó a 12 tallos por metro lineal, y se asperjó con la misma mezcla de reguladores de crecimiento y adherente, en las concentraciones indicadas anteriormente.

En el SMDC la primera floración y la cosecha (de verano) sucedieron en la parte superior de los tallos formados el año en curso (2003 ó 2004), ya que todos los tallos del año anterior se podaron a nivel del suelo (21 y 31 de enero del 2003 y 2004) para inducir nuevos tallos vegetativos que luego tuvieron desarrollo reproductivo; se dejaron 15 tallos por metro lineal. La segunda floración y su cosecha (de otoño) se lograron en la parte media de los mismos tallos del año en curso, debido a que se les podó la parte superior una semana después de terminar la cosecha de verano; se dejaron 12 tallos por metro lineal, y se aplicó la mezcla de reguladores de crecimiento y adherente en las mismas concentraciones del SMTC.

El TDZ se aplicó para promover brotación de las yemas, el ácido giberélico para ayudar al alargamiento de las mismas y el Safe-T-Side® se empleó como adherente, ya que en otras especies como zarzamora esta mezcla ha dado buenos resultados en producción forzada (Galindo-Reyes *et al.*, 2004). En este estudio no se aplicaron defoliantes, sino que se hizo poda de despunte de los tallos después de cosecha, lo cual eliminó a la mayoría de las hojas y luego las remanentes se quitaron de forma manual.

Los sistemas de manejo modificados se evaluaron durante 2003 y 2004, ambos en un diseño experimental de bloques completamente al azar con seis repeticiones; los bloques fueron necesarios porque se registró un gradiente de radiación fotosintéticamente activa de 100 a 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y en temperatura de 2.0 °C a lo largo del invernadero. La unidad experimental fue una parcela de 0.8 x 0.8 m de largo y ancho, con dos plantas.

Fertilización y riego de los sistemas de manejo

En el SMTC se aplicaron 180-60-190-132-60 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg. El fertilizante se aplicó de acuerdo con la fase fenológica; en la primera, segunda, y tercera floración se suministraron 30, 10, 33, 21 y 12 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente; y en la primera, segunda, y tercera cosecha 30, 10, 30.5, 23 y 8 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente.

En el SMDC se aplicaron 180-60-180-132-60 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg. El fertilizante se suministró de acuerdo con la fase fenológica; en emergencia se aplicaron 10, 4, 5, 7 y 4 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg; en crecimiento vegetativo 20, 6, 20, 14 y 8 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg; en la primera y segunda floración 30, 10, 33, 21 y 12 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg; y en la primera y segunda cosecha y defoliación 30, 10, 30, 23 y 7 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente.

En ambos sistemas de manejo el fertilizante se aplicó cada semana dentro de cada fase fenológica. Como fuentes de nitrógeno, potasio y calcio se emplearon nitrato de potasio y nitrato de calcio; para fósforo, ácido fosfórico; y para magnesio, sulfato de magnesio. El fertilizante se aplicó con riego cada vez que el tensiómetro alcanzó 40 cbar. En SMTC el agua se consumió más rápido que en el SMDC, por lo que en el primer sistema se aplicó un promedio de 18 mm de lámina de riego por semana en 2003 y de 20 mm en 2004; en el segundo sistema se suministraron 15 mm en 2003 y 16 mm en 2004.

Variables de respuesta

La unidad experimental fue de 0.8 x 0.8 m de largo y ancho; para la cosecha de primavera y otoño se contó con 10 tallos y para la cosecha de verano 12 tallos. Como variables de respuesta se evaluaron el número de frutos y rendimiento de fruto por metro cuadrado mediante cortes cada 3 d y al final se calcularon los valores de rendimiento acumulados, para este cálculo se consideró la distancia entre camas y el tamaño de parcela experimental; también se calculó la cinética de rendimiento acumulado a través de toda la cosecha (en porcentaje), al dividir el rendimiento de fruto de cada corte entre el rendimiento acumulado y multiplicar el resultado por 100, durante las tres cosechas; el peso promedio de fruto se estimó al dividir el rendimiento de fruto entre el número de frutos; y, finalmente, los días a cosecha se contaron desde el establecimiento de los sistemas de manejo hasta que se alcanzó 50 % de frutos cosechados por parcela.

La calidad de los frutos se determinó en 20 frutos maduros por tratamiento y repetición mediante: a) Firmeza (g fuerza), medida con un texturómetro digital modelo Chatillon Force (FDV-30, Davis, California, EE. UU.), al colocar los frutos horizontalmente y presionar con un puntal plano hasta que se cerró la cavidad donde se extrajo el receptáculo (Fortiz *et al.*, 1999); y b) Sólidos solubles totales (°Brix), en gotas de jugo colocadas en un refractómetro digital modelo Atago (PR-100, Japón).

En primera instancia los datos se analizaron conforme a un diseño experimental en bloques completos al azar con seis repeticiones, con arreglo factorial 2 x 2 x 3, en el que el primer factor correspondió a años, el segundo a sistemas de manejo y el tercero a épocas de cosecha. Como no hubo interacción significativa entre los tres factores y fue evidente la situación de datos desbalanceados por tener diferente número de cosechas entre los dos años y los dos sistemas, los datos se reanalizaron de cuatro formas: 1) Para comparar solamente el efecto de años en la cosecha de primavera del sistema de manejo de tres cosechas, como bloques al azar; 2) Para comparar el efecto de sistemas de manejo en la cosecha de otoño del 2004, como bloques al azar; 3) Para evaluar la interacción de año x sistema de manejo en la cosecha de verano y rendimiento acumulado, con arreglo factorial 2 x 2 en bloques al azar; y 4) Para comparar las épocas de cosecha dentro de cada año y sistema de manejo, como bloques al azar. Todas las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (SAS, 1999).

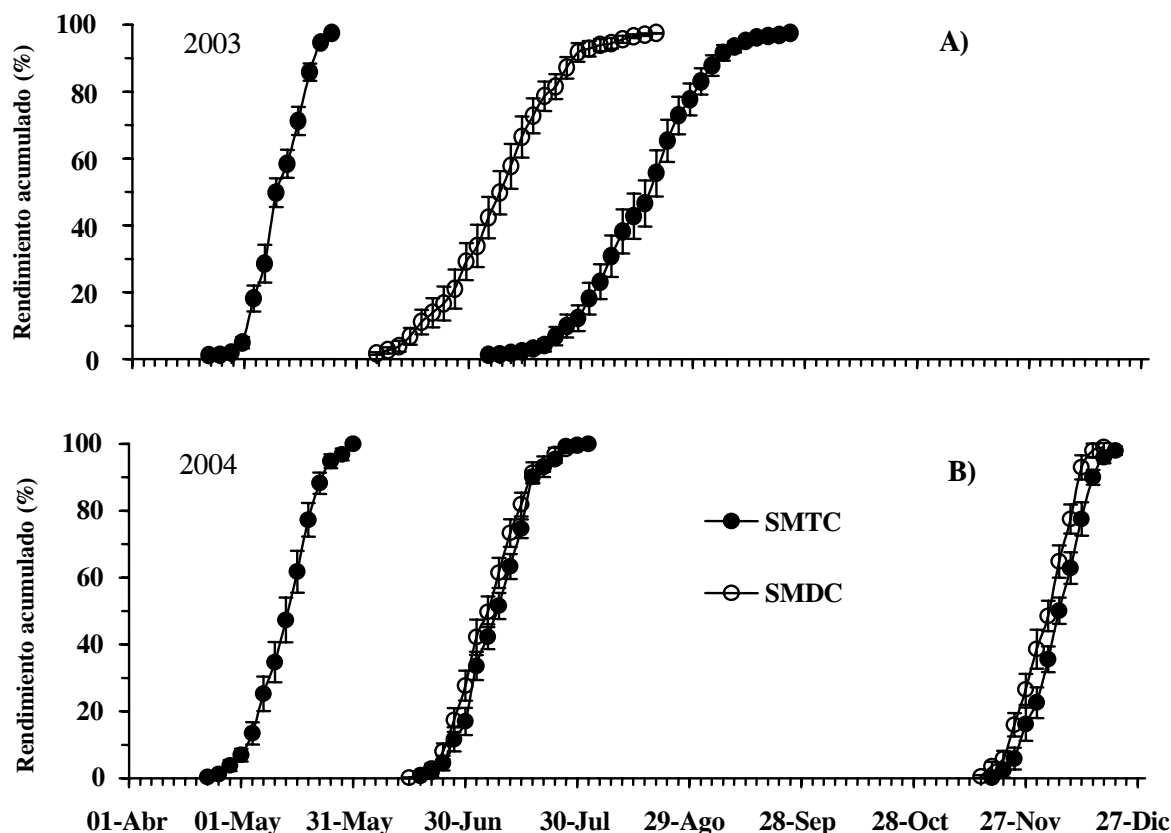


Figura 1. Cinética de las cosechas durante 2003 (A) y 2004 (B) de frambuesa roja 'Malling Autumn Bliss' en los sistemas de manejo de tres cosechas (SMTC) y dos cosechas (SMDC). Montecillo, México. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones (\pm la desviación estándar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de maduración de fruto (cosecha)

En 2003 se obtuvieron tres y dos floraciones (datos no mostrados), con dos y una cosecha de fruto en el sistema de manejo de tres cosechas (SMTC) y de dos cosechas (SMDC), respectivamente (Figura 1A). En el SMTC la cosecha de primavera (abril a mayo) se logró en la parte inferior de tallos que crecieron el año anterior (2002), mientras que la cosecha de verano (julio a septiembre) y la floración de otoño (noviembre a diciembre) se obtuvieron en las partes superior y media de tallos del año (2003), respectivamente. En el SMDC se obtuvo sólo la cosecha de verano (junio a agosto) y una floración en otoño (octubre y noviembre) en las partes superior y media de tallos del año (2003), respectivamente; en este año no fue posible obtener la cosecha de otoño debido a la ocurrencia de una helada (-1.1°C) en el mes de diciembre (Cuadro 1) que incidió en la etapa de floración y provocó escaso cuajado

de fruto y quemaduras en frutos verdes, debido a que el invernadero carecía de calefacción.

En 2004 se lograron tres cosechas en el SMTC y dos en el SMDC (Figura 1B). En el SMTC la cosecha de primavera se obtuvo en la misma época que en 2003; la de verano en junio y julio, 46 d antes que en 2003 (Cuadro 3), y la cosecha de otoño en noviembre y diciembre. En el SMDC la cosecha de verano se obtuvo 10 d antes que en 2003 (Cuadro 2), y la de otoño se logró en noviembre y diciembre. El adelanto de cosecha de verano registrado en el SMTC en 2004, se atribuye a que en este año se dejaron crecer y emerger simultáneamente los nuevos brotes en estado vegetativo, además de que en los meses de enero y febrero las temperaturas máximas extremas fueron de 2 a 6 $^{\circ}\text{C}$ mayores que en 2003 (Cuadro 1), de modo que el SMTC coincidió en la cosecha con el SMDC. Otros investigadores han atrasado la cosecha de la frambuesa productora de otoño mediante poda de los tallos a nivel del suelo (Oliveira *et al.*, 1996 y 2004). Entonces, el adelanto

obtenido en la cosecha de verano en el SMTc durante el 2004, se explica porque este año se dejaron crecer libremente los tallos del año actual; a finales del 2004 no ocurrieron heladas en otoño, lo que favoreció el crecimiento y fructificación de la frambuesa y se logró la cosecha de otoño en ambos sistemas.

Cuadro 2. Días a cosecha de fruto en la cosecha de primavera (parte inferior de tallos del año anterior), verano y otoño (partes superior y media de tallos del año) en frambuesa 'Malling Autumn Bliss' en los sistemas de manejo de tres cosechas (SMTc) y dos cosechas (SMDC). Montecillo, México. 2003 y 2004.

Tratamiento		Días a cosecha de fruto [†]		
Año (A)	Sistema (S)	Cosecha de primavera	Cosecha de verano	Cosecha de otoño
2003	SMTc	108.2 a	205.4 a	---
	SMDC	---	167.6 b	---
2004	SMTc	103.1a	159.1 c	310.1 a
	SMDC	---	156.4 c	308.2 a
A		ns	**	---
S		---	**	ns
A*S		---	**	---
CV (%)		2.1	4.2	1.3
DMS		6.1	7.0	4.2

[†] Medias con letras iguales dentro de cada columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); *, **, ns, Significativo a 0.05, 0.01 y no significativo, respectivamente; CV= Coeficiente de variación; DMS= Diferencia mínima significativa.

En la cosecha de primavera del SMTc, la época de recolección permaneció sin cambios de un año a otro (Cuadro 2), pero en la cosecha de verano el SMTc en 2003 la madurez de fruto fue más tardía, al presentar un atraso de más de 38 d con respecto a los demás tratamientos. Este retraso se atribuye a la eliminación de los tallos vegetativos que emergieron hasta marzo, por lo que la planta requirió más tiempo para acumular suficientes reservas en la raíz y reiniciar la formación de nuevos tallos en los que se producirá tal cosecha de verano; al respecto, la raíz se ha determinado como el principal órgano acumulador de reservas en frambuesa (Whitney, 1982; Fernandez y Pritts, 1993; 1994).

Rendimiento de fruto

En la cosecha de primavera lograda en el SMTc, el número de frutos y el rendimiento por metro cuadrado disminuyeron significativamente en 2004, con respecto al 2003, en 40 y 37 %, respectivamente (Cuadros 3 y 4). Tales pérdidas se atribuyen a la competición entre tallos vegetativos y reproductivos y los tallos vegetativos recién emergidos (que no se eliminaron), aunque con esto también se logró adelantar en 46 d la cosecha de verano (Cuadro 2). En 2004 el tamaño de fruto resultó 8 % mayor que en 2003 (Cuadro 3); aun así, el tamaño del fruto (> 2.4 g) obtenido en esta investigación fue mayor que los registrados en Italia (2.2 g) (Cicala *et al.*, 2002) y Argentina (2.17

g) (Joublan *et al.*, 2002) para frambuesa roja del mismo cultivar y tipo de tallos, cultivada en condiciones de campo. En otros estudios se ha detectado que a medida que aumenta el número de frutos por unidad de superficie o por planta, éstos disminuyen en tamaño y viceversa (Crandall y Daubeney, 1990; Crandall, 1995; Dale *et al.*, 2003), lo que se confirma en esta investigación.

En la cosecha de verano, el número de frutos y rendimiento por metro cuadrado fueron estadísticamente iguales en los dos años y sistemas de manejo (Cuadros 3 y 4). En cambio, en 2003 en el SMDC el peso promedio de fruto resultó ligeramente más grande que el resto de tratamientos (Cuadro 3). El rendimiento por metro cuadrado en esta cosecha de verano superó en 25 % al reportado por otros investigadores en frambuesa roja del mismo cultivar y tipo de tallo, cultivadas en igual densidad de tallos por metro lineal (Oliveira *et al.*, 2004). Con respecto al tamaño de fruto, en esta cosecha, los valores fueron superiores a los registrados por Joublan *et al.* (2002), y similares a los encontrados por Ghora *et al.* (2000) y Cicala *et al.* (2002), en frambuesa roja de la misma variedad.

En la cosecha de otoño, el número de frutos, rendimiento por metro cuadrado y peso promedio de fruto fueron iguales en los dos sistemas de manejo (Cuadros 3 y 4), lo que evidencia que las plantas son capaces de fructificar en otoño, cuando son mejores los precios del mercado y es más recomendable comercializar esta frutilla (Muñoz y Juárez, 1997; Guzmán-Soria *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos en 2004 muestran que los dos sistemas de manejo evaluados son similares en rendimiento anual acumulado (Cuadro 4), sobre todo cuando en el SMTc se dejan crecer simultáneamente los tallos vegetativos y reproductivos; también se muestra que la cosecha de otoño se puede lograr en tallos que crecieron el mismo año en ambos sistemas. Aún cuando la cosecha otoñal fue de 30 a 36 % inferior a la de verano en ambos sistemas, dado que el precio del fruto en mercado en otoño es 33 % superior al de verano (Guzmán-Soria *et al.*, 2004), la cosecha de otoño resulta tan atractiva como la de verano, aunque esta última sea más abundante.

Se ha mencionado que la producción de frambuesa en condiciones de invernadero es de mejor calidad que aquella producida en campo debido a que se obtienen frutos de mayor tamaño y menos propensos a pudrición (Pritts *et al.*, 1999); al respecto, en la presente investigación se obtuvieron frutos más grandes (> 2.4 g) que los (< 2.2 g)

Cuadro 3. Número de frutos y peso promedio de fruto en la cosecha de primavera (parte inferior de tallos del año anterior), verano y otoño (partes superior y media de tallos del año) de frambuesa 'Malling Autumn Bliss' en los sistemas de manejo de tres cosechas (SMTC) y dos cosechas (SMDC). Montecillo, México. 2003 y 2004.

Tratamiento		Número de frutos por metro cuadrado [†]					Peso promedio de fruto (g) [†]				
Año (A)	Sistema (S)	Primavera	Verano	Otoño	CV (%)	DMS	Primavera	Verano	Otoño	CV (%)	DMS
2003	SMTC	138.0 a y	472.5 a x	---	13.2	38.7	2.4 b y	3.2 ab x	---	5.2	0.1
	SMDC	---	412.5 a	---	---	---	---	3.4 a	---	---	---
2004	SMTC	83.0 b y	384.4 a x	352.3 a x	22.9	60.4	2.6 a y	3.1 b x	2.4 a y	6.9	0.2
	SMDC	---	453.0 a x	370.9 a y	16.0	56.5	---	3.1 b x	2.4 a y	6.2	0.1
A		**	ns	---			*	**	---		
S			ns	ns			---	ns	ns		
A*S		---	ns	---			---	*	---		
CV (%)		32.6	22.8	28.7			8.3	7.4	8.1		
DMS		31.5	99.2	73.2			0.1	0.2	0.1		

[†] Medias con primeras letras iguales dentro de cada columna y últimas letras iguales dentro de cada fila, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05);

*, **, ns = Significativo a 0.05, 0.01 y no significativo, respectivamente; CV = Coeficiente de variación; DMS = Diferencia mínima significativa.

obtenidos en condiciones de campo por Joublan *et al.* (2002), en la misma variedad y tipo de tallos.

Calidad de fruto

En el SMTC la firmeza del fruto de la cosecha de primavera resultó igual en ambos años de prueba, pero inferior en 25 y 60 % con respecto al de las cosechas de verano y otoño (Cuadro 5); aún así, tales frutos son aptos para procesamiento industrial (mermelada, licor, jalea). En esta cosecha primaveral del SMTC, el contenido de sólidos solubles fue menor en 2003 que en 2004 (Cuadro 5), lo que se atribuye a que en 2004 hubo menor rendimiento y número de frutos por parcela (Cuadros 3 y 4), por lo que pudo haber mayor cantidad de fotoasimilados disponibles para los frutos.

En la cosecha lograda en verano, la firmeza del fruto fue mayor en 2003 (64.3 g fuerza) que en 2004 (52.8 g fuerza), sobre todo en los frutos del SMTC; en cambio, los sistemas de manejo fueron iguales en esta variable. En el contenido de sólidos solubles totales se registró interacción significativa año x sistema de manejo, ya que dicho contenido fue menor (9.2 ° brix) en los frutos del SMDC en 2003, en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 5), tal vez porque los frutos fueron de mayor tamaño (Cuadro 3) y ocurrió un efecto de dilución de solutos, como lo observaron Cicala *et al.* (2002) en frambuesas productoras de otoño.

En la cosecha de otoño, tanto la firmeza como los sólidos solubles totales fueron iguales en los dos sistemas (Cuadro 5), lo que indica que cualquiera de los dos sistemas de manejo sirve para producir esta cosecha.

Los valores de firmeza (< 70 g fuerza) de compresión de frutos obtenidos en la presente investigación resultaron

inferiores a aquellos detectados en frutos (> 160 g fuerza) en diferentes estados de madurez de frambuesa roja productora de otoño de la misma variedad, pero cultivada en campo (Fortiz *et al.*, 1999). En cambio, en frambuesa roja productora de verano cultivada en condiciones de campo se encontraron valores de firmeza de compresión en fruto desde 31 hasta 319 g fuerza (Daubeny *et al.*, 1980; Burrows y Moore, 2002). Los bajos valores de firmeza aquí obtenidos posiblemente se deban a que las plantas se cultivaron en invernadero y a que los frutos se cosecharon en madurez de consumo, además de que el cultivar 'Malling Autumn Bliss' se caracteriza por producir frutos muy suaves (Bañados *et al.*, 2002).

En contraste con la firmeza, los contenidos de sólidos solubles totales registrados en este trabajo fueron superiores a los observados por Joublan *et al.* (2002) y similares a los de otros investigadores (Fortiz *et al.*, 1999; Cicala *et al.*, 2002; Campos-Mota *et al.*, 2004). En comparación con frambuesas productoras de verano de las variedades Meeker, Tulameen y Willamette (Burrows y Moore, 2002), los resultados de la presente investigación son parecidos e incluso superiores en algunos casos.

Puesto que el rendimiento acumulado en ambos sistemas de manejo evaluados es igual, y con calidad de fruto similar, el sistema de manejo más recomendable para la frambuesa roja 'Malling Autumn Bliss' es el de dos cosechas anuales aquí propuesto, porque implica reducción en el costo de producción al quitar una poda y una cosecha, además de que tales labores se pueden mecanizar, como lo señalan Skirvin y Otterbacher (1979).

Cuadro 4. Rendimiento de fruto en la cosecha de primavera (parte inferior de tallos del año anterior), verano y otoño (partes superior y media de tallos del año) de frambuesa 'Malling Autumn Bliss' en los sistemas de manejo de tres cosechas (SMTC) y dos cosechas (SMDC). Montecillo, México. 2003 y 2004.

Tratamiento		Rendimiento de fruto por metro cuadrado (g) [†]					
Año (A)	Sistema (S)	Primavera	Verano	Otoño	CV (%)	DMS	Acumulado
2003	SMTC	345.2 a y	1525.9 a x	---	8.7	79.3	1871.1 ab
	SMDC	---	1418.4 a	---	---	---	1418.4 b
2004	SMTC	216.7 b z	1217.3 a x	849.0 a y	24.6	179.4	2283.1 a
	SMDC	---	1405.1 a x	901.3 a y	19.9	192.3	2306.5 a
A		**	ns	---			*
S		---	ns	ns			ns
A*S		---	ns	---			*
CV (%)		32.5	22.9	28.6			15.1
DMS		79.9	323.0	177.2			463.8

[†] Medias con primeras letras iguales dentro de cada columna y últimas letras iguales dentro de cada fila, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); *, **, ns. Significativo a 0.05, 0.01 y no significativo, respectivamente; CV = Coeficiente de variación; DMS = Diferencia mínima significativa.

Cuadro 5. Calidad de fruto en la cosecha de primavera (parte inferior de tallos del año anterior), verano y otoño (partes superior y media de tallos del año) de frambuesa 'Malling Autumn Bliss' en los sistemas de manejo de tres cosechas (SMTC) y dos cosechas (SMDC). Montecillo, México. 2003 y 2004.

Tratamiento		Firmeza del fruto (g fuerza) [†]					Sólidos solubles totales (° Brix) [†]				
Año (A)	Sistema (S)	Primavera	Verano	Otoño	CV (%)	DMS	Primavera	Verano	Otoño	CV (%)	DMS
2003	SMTC	29.0 a y	71.0 a x	---	20.2	11.8	7.8 b y	11.0 a x	---	8.5	0.9
	SMDC	---	57.7 ab	---	---	---	---	9.2 b	---	---	---
2004	SMTC	38.3 a z	54.7 ab y	71.0 a x	20.6	15.2	12.2 a x	11.7 a x	10.5 a y	6.5	0.9
	SMDC	---	51.0 b y	67.8 a x	19.0	13.3	---	11.2 a x	10.4 a y	4.0	0.5
A		ns	*	---			*	**	---		
S		---	ns	ns			---	**	ns		
A*S		---	ns	---			---	*	---		
CV (%)		34.9	24.3	19.3			9.6	7.6	11.2		
DMS		15.5	19.2	14.1			1.3	1.1	1.2		

[†] Medias con primeras letras iguales dentro de cada columna y últimas letras iguales dentro de cada fila no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); *, **, ns. Significativo a 0.05, 0.01 y no significativo, respectivamente. CV = Coeficiente de variación; DMS = Diferencia mínima significativa.

CONCLUSIONES

En invernadero con cubierta de polietileno, sin calefacción y en ausencia de heladas, fue posible producir fruto de frambuesa roja 'Malling Autumn Bliss' en otoño, ya sea con el sistema de manejo tres cosechas (SMTC) o con el de dos cosechas (SMDC). Los dos sistemas de manejo produjeron dos cosechas (de verano y de otoño) en tallos que crecieron el mismo año, lo que no ocurre en condiciones de campo.

El rendimiento de fruto en la cosecha de otoño, en los dos sistemas de manejo fue 30 a 36 % inferior a la cosecha de verano, pero igual en calidad de fruto; ambas cosechas son igualmente atractivas porque el precio de fruto en el mercado en otoño puede ser 33 % superior que en verano. En el sistema de tres cosechas, la primera recolección de fruto ocurrió en primavera, la cual fue escasa y de baja calidad, por lo que no se considera rentable.

Al considerar épocas de cosecha, rendimiento por cosecha, rendimiento anual acumulado y calidad de fruto, así

como el número y dificultad en las podas y cosechas, el sistema de dos cosechas es mejor que el de tres.

BIBLIOGRAFÍA

- Almaguer V G, J R Espinosa E, A Luna C, G C Paz S (2000) Aplicación de promotores de la brotación en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lind.) 'Shiro' y 'Santa Rosa'. Rev. Chapingo S. Hort. 6(1):111-115.
- Alvarado R H, J Rodríguez A, G Calderón Z, E Cárdenas S (2000) El tidiazurón, la brotación floral y las dimensiones del ovario en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lind.) 'Shiro'. Agrociencia 34 (3):321-327.
- Bañados M P, J P Zoffoli, A Soto, J González (2002) Fruit firmness and fruit retention strength in raspberry cultivars in Chile. Acta Hort. 585:489-493.
- Burrows C, P P Moore (2002) Genotype x environmental effects on raspberry fruit quality. Acta Hort. 585:467-473.
- Campos-Mota L, G A Baca-Castillo, D Jaén-Contreras, A Muratalla-Lúa, R Acosta-Hernández (2004) Fertirriego y micorriza en frambuesa roja cultivada en tepetate. Agrociencia 38(1):75-83.
- Cicala A, A Continella, F Ferlito (2002) Preliminary results of primocane-fruited red raspberry cultivars in Sicily. Acta Hort. 585:191-195.
- Crandall P C (1995) Bramble Production: The Management and Marketing of Raspberries and Blackberries. Food Products Press. The Haworth Press, Inc. Binghamton, New York, USA. 213 p.

- Crandall P C, H A Daubeney (1990) Raspberry management. In: Small Fruit Management. G J Galletta, D G Himelrick, L Chandler (eds). Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. pp:157-213.
- Dale A, A Sample, E M King (2003) Scheduling primocane fruiting raspberries for year-round production in greenhouses. *Acta Hort.* 626:219-223.
- Daubeney H A, H S Pepin, B H Barritt (1980) Postharvest *Rhizopus* fruit rot resistance in red raspberry. *HortScience* 15(1):35-37.
- Dijkstra J, A Scholtens (1993) Growing early and late raspberries in containers. *Acta Hort.* 352:49-54.
- Faby R (1993) Extension of the raspberry season with cold stored plants. *Acta Hort.* 352:55-60.
- Fernandez G E, M P Pritts (1993) Growth and source-sink relationships in 'Titan' red raspberry. *Acta Hort.* 352:152-157.
- Fernandez G E, M P Pritts (1994) Growth, carbon acquisition, and source-sink relationships in 'Titan' red raspberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:1163-1168.
- Fernandez G E, M P Pritts (1996) Carbon supply reduction has a minimal influence on current year's red raspberry (*Rubus idaeus* L.) fruit production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:473-477.
- Fortiz H J, C Saucedo V, J Rodríguez A, G Mena N, J Cajuste B (1999) Grado de madurez y vida postcosecha de frambuesa roja 'Autumn Bliss'. *Agrociencia* 33(3):261-266.
- Galindo-Reyes M A, V A González-Hernández, A Muratalla-Lúa, R. M. Soto-Hernández, M Livera-Muñoz (2004) Producción forzada en zarzamora 'Comanche' mediante reguladores de crecimiento. *Rev. Chapingo S. Hort.* 10(2):205-209.
- Ghora Y, M Vasilakakis, G Stavroulakis (2000) Effect of growth retardants (Cycocel, Daminozide and Paclobutrazol) on growth and development of red raspberries, cv. Autumn Bliss, cultivated under plastic greenhouse conditions in Chania-Crete, Greece. *Acta Hort.* 513:453-458.
- Guzmán-Soria E, R García-Mata, A Muratalla-Lúa, G García-Delgado, J S Mora-Flores (2004) Análisis de precios de la frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) producida en Valle de Bravo, México. *Agrociencia* 38(5):565-571.
- Joublan J P, M P Bañados, A Marchant (2002) Adaptación y comportamiento de cultivares de frambueso en la provincia de Ñuble. *Agro Sur* 30(2):335-349.
- Muñoz R M, M R Juárez (1997) El Mercado de Frutales Menores. El Caso de la Frambuesa y la Zarzamora. Colección y Estructura Dinámica de los Sistemas Agroindustriales. Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. Chapingo, México. 110 p.
- Oliveira P B, C M Oliveira, L Lopes-da-Fonseca, A A Monteiro (1996) Off-season production of primocane-fruited red raspberry in mild winter climate using summer pruning and polyethylene tunnels. *HortScience* 31(5):805-807.
- Oliveira P B, C M Oliveira, A A Monteiro (2004) Pruning date and cane density affect primocane development and yield of 'Autumn Bliss' red raspberry. *HortScience* 39(3):520-524.
- Popenoe J (1994) Dry weight partitioning in three phenotypes of red raspberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(5):940-942.
- Pritts M P, R W Langhans, T H Whitlow, M J Kelly, A Roberts (1999) Winter raspberry production in greenhouses. *HortTechnol.* 9(1):13-15.
- Rodríguez A J, G Almaguer V (1980) Effects of some chemicals on red raspberry bud break. *Acta Hort.* 112:217-220.
- SAS INSTITUTE (1999) SAS/STAT Software: Changes and Enhancements. Through Release 6.12. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc. 1104 p.
- Skirvin R M, A G Otterbacher (1979) Effects of single and double cropping on yields of fall bearing raspberries. *Fruits Var. J.* 33:144-148.
- Snir I (1986) Growing raspberries under subtropical conditions. *Acta Hort.* 183:183-190.
- Snir I (1988) Effects of hydrogen cyanamide on bud break in red raspberry. *Sci. Hort.* 34:75-83.
- Whitney G G (1982) The productivity and carbohydrate economy of a developing stand of *Rubus idaeus*. *Can. J. Bot.* 60:2697-2703.