ITEA (2003), Vol. 99V N.° 1, 101-111

COMPORTAMIENTO DE LOS PATRONES DE CEREZO 'GISELA' EN EL NORESTE DE ESTADOS UNIDOS

T.L. Robinson*, R.L. Andersen*, S.A. Hoying**

* Department of Hort. Sciences, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, NY 14456, USA

** Lake Ontario Fruit Program, Cornell Cooperative Extension, 1581 Rt. 88 N, Newark, NY 14568, USA

RESUMEN

Se compararon cinco sistemas de formación de cerezo en alta densidad sobre tres patrones con el sistema tradicional de eje central a baja densidad en un ensayo de campo en Geneva, estado de Nueva York, Estados Unidos. Después de los 4 primeros años, los árboles sobre los patrones 'Gisela 6' y 'Gisela 12' tuvieron una producción de 7 a 11 veces superior a la de los árboles sobre el patrón tradicional MxM.2 al promediar los 6 sistemas de formación. Los frutos de árboles sobre 'Gisela 12' fueron menores y con sólidos solubles inferiores que sobre los otros 2 patrones, indicando que los árboles sobre este patrón tuvieron una producción excesiva en 2002. Las producciones reflejaron sobre todo la densidad de plantación según los diferentes sistemas. El sistema Zahn presentó la mayor densidad de plantación y la mayor producción por ha, mientras que el sistema tradicional de eje central presentó la menor producción y la menor densidad de plantación. El sistema Zahn produjo el menor calibre de fruto y el contenido menor en sólidos solubles, indicando que los árboles en este sistema tuvieron una producción excesiva en 2002. El sistema Vogel dio la segunda producción más elevada pero produjo el mejor calibre de fruto y contenido en sólidos solubles, indicando que no dio una producción excesiva. Aunque los resultados son provisionales, parece que los sistemas de alta densidad, combinados con nuevos patrones que induzcan precocidad, pueden producir cosechas mucho más elevadas de frutos de excelente calidad en los 4 primeros años que el sistema tradicional en eje central.

Palabras clave: Cerezo, *Prunus avium*, Patrón, Producción, Calibre de fruto, Sólidos solubles, Enanismo.

SUMMARY

PERFORMANCE OF 'GISELA' CHERRY ROOTSTOCKS IN THE NORTHEASTERN UNITED STATES

Five high density cherry training systems on three rootstocks were compared with the traditional low density central leader system in a large replicated field trial at Geneva, New York State, United States. After the first 4 years trees on 'Gisela 6' and 'Gisela 12' rootstocks have had 7 to 11 times greater production than trees on a standard rootstock MxM.2 when averaged over all 6 training systems. Fruit from trees on 'Gisela 12' was smaller and had lower soluble solids than the other 2 stocks indicating that trees on this rootstock over-cropped in 2002. Yields among systems largely reflected planting density. The Zahn system had the highest tree density and the highest yield per hectare while the traditional Central Leader system had the lowest yield and the lowest tree density. The Zahn system had the smallest fruit size and the lowest fruit soluble solids

indicating that trees trained to Zahn over-cropped in 2002. The Vogel system had the second highest yield but had the best fruit size and soluble solids indicating that it was not over-cropped. Although results are preliminary, it appears that high density planting systems combined with new precocious rootstocks can give much higher yields of excellent quality fruit in the first 4 years than the traditional Central Leader system.

Key words: Cherry, *Prunus avium,* Rootstock, Yield, Fruit size, Fruit soluble solids, Dwarfing.

Introducción

Las cerezas ofrecen una oportunidad de diversificación para muchos productores de manzanas del nordeste de Estados Unidos. La introducción de patrones enanizantes de cerezo (LANG, 2000; PERRY *et al.*, 1996) y nuevos cultivares (KAPPEL, 2002) ha permitido nuevas posibilidades para desarrollar plantaciones de cerezo en alta densidad con árboles más pequeños que entrarán antes en producción, producirán más y que podrán cubrirse con cubiertas para excluir la lluvia o tratarse con $CaCl_2$ para prevenir el agrietado por lluvia (ANDERSEN *et al.*, 1999; BALMER, 2001; LANG, 2001; LANG y OPHARDT, 2000; LANG y PERRY, 2002; WEBER, 2001). Se han desarrollado varios sistemas de formación en alta densidad para cerezo (LONG, 2001a y b; PERRY, 1998) dando muchas opciones a los fruticultores en relación a densidad de plantación, patrón y sistema de formación. Este trabajo pretende comparar los sistemas de producción en alta densidad y los patrones enanizantes para cerezo para ayudar a los fruticultores a adoptar con éxito los mejores sistemas para sus plantaciones comerciales.

Materiales y métodos

En abril de 1999 se estableció un ensayo de sistemas de plantación de cerezo en Geneva, estado de Nueva York, Estados Unidos, con 'Hedelfingen' sobre tres patrones (Gi.5, Gi.6 y MxM.2) y 'Lapins' y 'Sweetheart' sobre dos patrones (Gi.6 y G.12) debido a la escasez de patrón MxM.2 para los dos últimos cultivares. La plantación experimental fue de 1,2 ha con 3 repeticiones en un bloque completamente al azar con parcelas elementales. El sistema de formación constituía una parcela elemental de tres filas de 32 m de largo. Cada fila se plantó en un caballón ancho de 30 cm de alto para controlar los daños invernales asociados a una excesiva humedad de suelo. Además se instaló una línea de drenaje subterránea en el centro de cada calle para eliminar el exceso de humedad en primavera y durante las lluvias fuertes antes de la recolección. Cada parcela elemental se dividió en 9 subparcelas cultivar x patrón (3 en cada fila). Un ensayo paralelo con 'Regina' y 'Tehranivee' sobre 'Santa Lucía' se estableció en las subparcelas donde faltaban los árboles de 'Sweetheart' y 'Lapins' sobre MxM.2. Sólo se presentan los datos de 'Regina'. Cada subparcela contenía de 2 a 6 árboles de cada combinación cultivar x patrón x sistema, dependiendo de la distancia entre árboles en la fila según el sistema.

En ambos ensayos se compararon los siguientes 6 sistemas de plantación:

1) Eje central modificado con una densidad de 336 árboles por ha y un marco de plantación de 4,88 x 6,10 m. El plan de formación del primer año fue:

- descabezar el plantón a 90 cm al plantar,
- eliminar los anticipados de gran diámetro,
- eliminar las yemas a lo largo de los 20 cm por debajo de la yema del nuevo eje,
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción.

El plan de formación del segundo año fue:

- descabezar el plantón a la hinchazón de yemas eliminando 1/3 del crecimiento del año anterior,
- eliminar los brotes verticales de gran diámetro a la hinchazón de yemas,
- eliminar 5 yemas debajo de la yema del nuevo eje a la hinchazón de yemas,
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción,
- atar 4 ramas principales a 15° sobre la horizontal a principios de junio.

2) El sistema de Vaso bajo (Spanish bush) con una densidad de 673 árboles por ha y un marco de plantación de 3,05 x 4,88 m (LONG, 2001a y b). El plan de formación del primer año fue:

- descabezar el plantón a 40 cm al plantar,
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción,
- descabezar cada rama lateral a primeros de Julio para multiplicar el número de brotes,
- abonar con nitrógeno a primeros de Julio para forzar nuevo crecimiento,
- sembrar una cubierta vegetal de centeno a primeros de agosto para utilizar el exceso de nitrógeno y prevenir los daños de invierno.

El plan de formación del segundo año fue:

- descabezar cada rama principal a la hinchazón de yemas quitando 1/2 del crecimiento del año anterior,
- descabezar de nuevo cada rama lateral a primeros de Julio alrededor de 1/2 para multiplicar el número de brotes,
- abonar con nitrógeno a primeros de Julio para forzar nuevo crecimiento,
- permitir el crecimiento de hierbas en la línea de escarda en agosto para reducir el crecimiento del árbol y ayudar a la aclimatación al frío.

3) El sistema de huso Vogel con una densidad de 961 árboles por ha y un marco de plantación de 2,44 x 4,26 m (LONG, 2001a y b). El plan de formación del primer año fue:

- descabezar el plantón a 90 cm al plantar,
- quitar todos los anticipados,
- quitar las yemas a lo largo de 20 cm por debajo de la yema terminal del nuevo eje,
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción,
- colocar pinzas con pesos al extremo de las ramas laterales para mantener el ángulo horizontal de la rama. Mover las pinzas o los pesos con regularidad para mantener las ramas horizontales.

El plan de formación del segundo año fue:

- descabezar cada rama principal a la hinchazón de yemas quitando 1/3 del crecimiento del año anterior,
- eliminar 5 yemas debajo de la yema del nuevo eje a la hinchazón de yemas,
- eliminar los brotes verticales de gran diámetro a la hinchazón de yemas,
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción,
- colocar pinzas con pesos o pesos de cemento al extremo de las ramas laterales para mantener el ángulo horizontal de la rama. Mover las pinzas o los pesos con regularidad para mantener las ramas horizontales.

4) Sistema de 'V' perpendicular de exposición libre con una densidad de 996 árboles

por ha y un marco de plantación de 1,82 x 5,49 m (BALMER, 2001). El plan de formación del primer año fue:

- descabezar el plantón a 30 cm al plantar,
- colocar pinzas en 2 ramas laterales orientadas hacia la calle al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción,
- mantener el eje central durante el primer año pero suprimir el crecimiento por pinzamiento a mitad del verano.

El plan de formación del segundo año fue:

- seleccionar 2 ramas principales para servir de brazos de la 'V' y atarlas a un soporte a 60° sobre la horizontal a la hinchazón de yemas,
- eliminar la rama principal y todas las otras ramas importantes a la hinchazón de yemas,
- inducir la ramificación lateral a lo largo de los brazos en 'V' eliminando el 67% de las yemas a lo largo de las ramas a la hinchazón de yemas.

5) El sistema Marchand de árboles inclinados con una densidad de 1.035 árboles por ha y un marco de plantación de 2,44 x 3,96 m. El plan de formación del primer año fue:

- plantar los árboles a un ángulo de 45° sobre la fila,
- descabezar el plantón a 100 cm al plantar,
- quitar todas las ramas laterales,
- quitar las yemas de la parte inferior del plantón,
- aclarar las yemas restantes a una distancia de 20 cm,
- formar el plantón a un ángulo de 60° sobre la fila utilizando 4 alambres y una caña inclinada de bambú en cada árbol.

El plan de formación del segundo año fue:

- formar las ramas laterales que salen del eje inclinado en la dirección opuesta atándolas a los alambres a 45° sobre la horizontal a la hinchazón de yemas,
- eliminar los brotes verticales de gran diámetro a la hinchazón de yemas,
- formar el eje a un ángulo de 60° a lo largo de la fila utilizando la caña inclinada de bambú a primeros de julio.

6) El sistema Zahn de eje vertical con una densidad de 1196 árboles por ha y un marco de plantación de 1,83 x 4,57 m (ZAHN, 1994). El plan de formación del primer año fue:

- descabezar el plantón a 122 cm al plantar,
- eliminar los anticipados de gran diámetro (mayores que los 2/3 del diámetro del eje),
- inducir la ramificación lateral a lo largo del eje quitando el 67% de las yemas a lo largo de la rama a la hinchazón de yemas (quitar 2 yemas y dejar 1 a lo largo de toda la longitud del eje),
- colocar pinzas en las ramas laterales al alcanzar 10 cm para mejorar el ángulo de inserción.

El plan de formación del segundo año fue:

- no descabezar el eje,
- podar las ramas laterales de diámetro mayor que los 2/3 del diámetro del eje a una longitud de 15 cm a la hinchazón de yemas,
- inducir la ramificación lateral a lo largo del eje eliminando el 60% de las yemas a lo largo de la rama a la hinchazón de yemas,
- colocar pesos de cemento al extremo de las ramas laterales de dos años para mantener un ángulo de inserción horizontal.

En el segundo año se compararon 3 métodos para estimular el crecimiento de las ramas laterales a lo largo de los ejes de los sistemas Zahn, Vogel, V perpendicular y Eje central (HOYING *et al.*, 2001). Los 3 tratamientos fueron:

1) Promalina (5.000 ppm) mezclada con pintura blanca diluída (relación 1:1 de pintura y agua) pulverizada sobre el eje a la hinchazón de yemas.

2) Hacer una muesca sobre cada 3ª yema a lo largo del eje con una navaja a la hinchazón de yemas.

3) Eliminar los 2/3 de las yemas a lo largo del eje (se dejó cada tercera yema y las otras se arrancaron a la hinchazón de yemas).

Al final del segundo año se contó el número de ramas laterales superiores a 10 cm en las secciones baja, media y alta de cada eje. Los árboles fructificaron por primera vez al tercer año y se registraron la producción y el calibre de fruto en los años tercero y cuarto. Además se recogió una muestra de 25 cerezas de cada árbol y se analizó la proporción de frutos agrietados y los sólidos solubles. Los datos se analizaron por análisis de varianza, con un cálculo separado para cada cultivar ya que sólo 'Hedelfingen' se plantó sobre los tres patrones y 'Lapins' y 'Sweetheart' se plantaron sólo sobre dos patrones.

Resultados

Ensayo de ramificación en el segundo año

Los tres tratamientos de ramificación (5.000 ppm de promalina, muescas o desyemado) no afectaron el número total de brotes laterales producidos sobre el eje pero sí afectaron a su distribución a lo largo del eje (cuadro 1). Los tratamientos de promalina y de muescas no fueron muy efectivos en la estimulación del desarrollo de las ramas laterales en las secciones baja y media del eje. Con estos tratamientos la mayoría del desarrollo de brotes laterales fue el tercio superior del eje. Sin embargo, el desyemado fue muy efectivo y dio un número significativamente mayor de brotes laterales en las secciones baja y media del eje. Con el tratamiento de desyemado el número de brotes en la sección alta del eje se redujo, dando una distribución más uniforme de las ramas laterales a lo largo del eje. 'Hedelfingen' tuvo el mayor número total de ramas laterales. 'Sweetheart' tuvo un número intermedio y 'Lapins' el número menor. Se da una descripción más completa de estos resultados en HOYING *et al.* (2001).

Producción

En 2001, que fue su tercer año, los árboles fructificaron por primera vez. Entre los patrones, las producciones sobre Gi.5 fueron las mayores (1,01 kg/árbol), sobre Gi.6 intermedias (0,87 kg/árbol) y sobre MxM.2 las menores (0,02 kg/árbol). Entre los sistemas, por árbol el Zahn tuvo la mayor producción (1,08 kg/árbol), seguido por el Vogel (0,76 kg/árbol), el Vaso bajo (0,57 kg/árbol), el Eje central (0,49 kg/árbol), el Marchand (0,43 kg/árbol) y la V perpendicular tuvo la menor producción (0,28 kg/árbol). En base superficial, el sistema Zahn tuvo la mayor producción (1,29 tn/ha), seguido por el Vogel (0,69 tn/ha), el Marchand (0,44 tn/ha), el Vaso bajo (0,38 tn/ha), la V perpendicular (0,28 tn/ha) y el Eje central (0,07 tn/ha).

El cuarto año (2002) los árboles tuvieron una cosecha comercial significativa. En 'Hedelfingen', las producciones fueron más altas sobre el patrón Gi.5 (5,1 kg/árbol), con Gi.6 intermedio (3,5 kg/árbol) y con MxM.2 inferiores (0,5 kg/árbol) (cuadro 2). Los resultados en 'Lapins' y 'Sweetheart' fueron semejantes. En 'Hedelfingen', el sistema Zahn dio de nuevo las mayores producciones por árbol (5,1 kg/árbol), seguido por el Vogel (3,8 kg/árbol), el Marchand y la

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de ramificación en la ramificación lateral del eje de tres cultivares de cerezo

Table 1. Effect of branching treatments on side branching of the leader of three sweet cherry cultivars

Cultivar	Tratamiento de ramificación	N° de brotes laterales producidos en el tercio inferior del eje	N° de brotes laterales producidos en el tercio medio del eje	N° de brotes laterales producidos en el tercio superior del eje
Hedelfingen	Promalina	0,5 c[z]	2,2 b	10,3 a
	Muesca	1,2 b	1,7 b	9,3 a
	Desyemado	2,9 a	4,2 a	4,7 b
LSD p ≤ 0,05		0,7	0,7	1,1
Lapins	Promalina	0,2 b	0,2 b	7,5 a
	Muesca	0,1 b	0,1 b	6,4 b
	Desyemado	0,9 a	2,6 a	5,0 c
LSD p ≤ 0,05		0,4	0,4	0,7
Sweetheart	Promalina	0,1 c	0,4 b	10,5 a
	Muesca	0,6 b	0,3 b	9,1 b
	Desyemado	1,5 a	3,3 a	5,3 c
LSD p ≤ 0,05		0,4	0,5	1,1

(z) Separación de medias por LSD. Medias dentro de cada cultivar seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes (p ≤ 0,05).

V perpendicular (2,3 kg/árbol), el Vaso bajo (1,8 kg/árbol), y el Eje central con la producción menor (1,5 kg/árbol). Por superficie, el sistema Zahn tuvo la mayor producción (6,2 tn/ha), seguido por el Vogel (3,4 tn/ha), el Marchand (2,3 tn/ha), la V perpendicular (2,3 tn/ha), el Vaso bajo (1,2 tn/ha), y el Eje central (0,5 tn/ha). Los resultados en 'Lapins' y 'Sweetheart' fueron semejantes. La combinación de la formación Zahn con el patrón Gi.5 resultó en producciones muy altas por hectárea, con 10,2, 6,9 y 7,2 tn/ha para 'Hedelfingen', 'Lapins' y 'Sweetheart' respectivamente.

El ensayo 'Regina'/'Santa Lucía' dio resultados parecidos a los del ensayo principal (cuadro 3). El sistema Zahn dio las mayores producciones por árbol y por hectárea. El Vaso bajo dio la producción menor tanto por árbol como por hectárea.

Calidad del fruto

Al tercer año, el calibre del fruto promediado para los tres cultivares fue mayor sobre Gi.6 (7,6 g), intermedio sobre Gi.5 (7,4 g) y menor sobre MxM.2 (6,4 g). Los sólidos solubles fueron más altos en los sistemas Zahn, Eje central y V perpendicular (17,5%), intermedio en los sistemas Vogel y Marchand (16,5%) y menores con el Vaso

Cuadro 2. Comportamiento de 3 cultivares de cerezo sobre 3 patrones y 6 sistemas de formación en Geneva NY en los 4 primeros años (1999-2002)

Table 2. Performance of 3 sweet cherry varieties on 3 rootstocks and 6 orchard training systems at Geneva NY over the first 4 years (1999-2002)

Cultivar Sistema	Densidad (árboles/ha)	Patrón	Produc. 2002 (kg/árbol)	Produc. 2002 (Tn/ha)	Peso del fruto 2002 (g)	% sólidos dolubles del fruto 2002	Produc. acumulada (kg/árbol)	Produc. acum. (Tn/ha)
Hedelfingen								
Eje central	336	Gi.5	3,6	1,2	8,3	15,4	4,0	1,4
		Gi.6	2,4	0,8	8,8	18,0	2,7	0,9
		MxM.2	0,2	0,1	7,6	16,1	0,2	0,1
Vaso bajo	673	Gi.5	4,6	3,1	8,1	15,6	4,8	3,2
		Gi.6	2,6	1,7	8,7	18,6	2,8	1,9
		MxM.2	0,1	0,1	7,6	16,3	0,1	0,1
Huso Vogel	897	Gi.5	5,7	5,1	8,4	16,9	6,7	6,0
		Gi.6	5,4	4,8	9,0	17,2	5,8	5,2
		MXM,2	1,1	1,0	8,2	17,1	1,1	1,0
V perpendicular	997	Gi.5	3,8	3,8	8,2	15,9	3,9	3,8
		Gi.6	3,0	3,0	9,0	18,3	3,1	3,1
		MxM.2	0,1	0,1	7,8	15,3	0,1	0,1
Espaldera	1.035	Gi.5	3,4	3,5	7,4	14,5	3,7	3,8
Marchand		Gi.6	3,4	3,5	8,5	18.1	3,6	3,7
		MxM.2	0,2	0,2	7,3	16,8	0,2	0,2
Eje Zahn	1.196	Gi.5	8,5	10,2	7,0	14,5	9,1	10,9
		Gi.6	4,6	5,5	8,1	16,6	5,1	6,1
		MxM.2	1,4	1,7	7,3	15,7	1,5	1,8
Anova:								
Sistema			**	**	**	*	**	**
Patrón			**	**	**	**	**	**
Sistema x Patrón			**	**	NS	**	**	**
LSD $p \leq 0,05$			1,6	1,7	0,4	0,9	1,6	1,7
Lapins								
Eje central	336	Gi.5	5,2	1,7	7,5	16,4	6,3	2,1
		Gi.6	2,3	0,8	7,7	16,2	3,0	1,0
Vaso bajo	673	Gi.5	5,0	3,4	7,4	17,3	6,0	4,0
		Gi.6	2,2	1,5	7,5	18,5	2,9	2,0
Huso Vogel	897	Gi.5	2,6	2,3	8,5	16,4	3,8	3,4
		Gi.6	1,2	1,0	8,0	17,2	1,8	1,7
V perpendicular	997	Gi.5	2,0	2,0	8,5	17,6	2,2	2,2
		Gi.6	2,1	2,1	7,9	15,9	2,7	2,6
Espaldera	1.035	Gi.5	3,3	3,4	7,8	15,1	4,0	4,2
Marchand		Gi.6	3,6	3,8	7,4	15,3	4,4	4,6
Eje Zahn	1.196	Gi.5	5,8	6,9	7,3	15,3	7,5	8,9
		Gi.6	4,6	5,5	7,0	15,8	6,5	7,7

Cuadro 2 (continuación)

Anova:								
Sistema			*	**	**	*	**	**
Patrón			**	**	*	NS	**	**
Sistema x Patrón			**	**	NS	*	**	**
LSD p ≤ 0,05			1,3	1,3	0,6	0,9	1,4	1,5
Sweetheart								
Eje central	336	Gi.5	3,5	1,2	6,0	15,6	4,8	1,6
		Gi.6	1,3	0,4	6,2	16,5	2,1	0,7
Arbusto español	673	Gi.5	2,6	1,8	6,7	15,8	4,7	3,1
		Gi.6	1,6	1,0	6,0	15,9	2,5	1,7
Huso Vogel	897	Gi.5	2,6	2,3	6,3	15,5	4,3	3,8
		Gi.6	2,4	2,2	6,4	15,4	4,3	3,9
V perpendicular	997	Gi.5	2,2	2,2	6,0	16,9	2,7	2,7
		Gi.6	2,6	2,6	6,2	16,7	3,5	3,5
Espaldera Marchand	1.035	Gi.5	1,4	1,5	6,1	15,8	2,3	2,4
		Gi.6	1,7	1,8	6,4	16,2	2,7	2,8
Eje Zahn	1.196	Gi.5	7,2	8,6	6,5	16,4	9,1	10,9
		Gi.6	3,9	4,6	6,6	17,2	6,4	7,7
Anova:								
Sistema			**	**	**	**	**	**
Patrón			**	**	NS	**	**	**
Sistema x Patrón			**	**	**	*	**	**
LSD p ≤ 0,05			0,5	0,5	0,2	0,6	0,9	0,9

(z) Separación de medias dentro de cada cultivar por LSD (p ≤ 0,05).

bajo (16,1%). Ello probablemente refleja un sombreado excesivo en el interior de la copa en el Vaso bajo.

Al cuarto año, el calibre del fruto de 'Hedelfingen' fue mayor sobre Gi.6 (8,7 g), intermedio sobre Gi.5 (7,8 g) y menor sobre MxM.2 (7,6 g) (cuadro 2). Los sólidos solubles fueron mayores sobre Gi.6 (17,7%), intermedios sobre MxM.2 (16,3%) y menores sobre Gi.5 (15,3%). Para los sistemas, el calibre del fruto mayor fue con los sistemas Vogel y V perpendicular (8,5 g), intermedio con los sistemas de Arbusto español y Eje central (8,1 g) y el Marchand (7,7 g) y menor con el sistema Zahn (7,1 g). Los sólidos solubles fueron mayores en el sistema Vogel (17,2%), intermedios en los sistemas de V perpendicular y Eje central (16,8%) y el Marchand (16,6%) y menores en el sistema Zahn (15,5%). Los resultados con 'Lapins' y 'Sweetheart' fueron semejantes.

En el ensayo 'Regina'/'Santa Lucía', el sistema Zahn dio las mayores producciones por árbol y por hectárea (cuadro 3). El calibre de fruto fue mayor en los sistemas Vogel y V perpendicular. Los sólidos solubles fueron más elevados en los sistemas de Arbusto español, V perpendicular y Marchand.

Cuadro 3. Efecto del sistema de formación en la producción del cerezo 'Regina'/'Santa Lucía' al cuarto verde

Table 3. Effect of training system on production of 'Regina'/'Mahaleb' sweet cherry trees in the fourth leaf

Sistema	Densidad (árboles/ha)	Producción 2002 (kg/árbol)	Producción 2002 (Tn/ha)	Peso del fruto 2002 (g)	Sólidos solubles del fruto 2002 (%)
Eje central	336	1,4	0,5	8,3	16,2
Vaso bajo	673	0,7	0,5	7,9	17,2
Huso Vogel	897	0,9	0,8	8,7	16,6
V perpendicular	997	0,9	0,9	8,8	17,2
Espaldera Marchand	1.035	0,9	0,9	7,9	17,2
Eje Zahn	1.196	2,0	2,4	8,2	16,8
Anova:	Sistema	**	**	**	NS
	LSD $p < 0,05$	0,6	0,6	0,3	0,9

(z) Separación de medias por LSD ($p \leq 0,05$).

Discusión

Nuestros resultados después de 4 años muestran el valor de los patrones Gisela para una producción precoz (BALMER, 2001; LANG, 2000; PERRY *et al.*, 1996; WEBER, 2001). Los árboles sobre 'Gisela 12' tuvieron una cosecha significativa al tercer año y 10 veces la cosecha sobre el patrón vigoroso MxM.2 al cuarto año. Los árboles sobre 'Gisela 6' tuvieron una cosecha unas 7 veces la de sobre MxM.2 al cuarto año. Además, los árboles sobre 'Gisela' han resultado menores que sobre MxM.2 y tienen una apariencia más "calmada" que sobre MxM.2, lo que les hace más adecuados para plantaciones de alta densidad. Los árboles sobre Gi.6 tuvieron frutos de mayor calibre y más sólidos solubles que sobre el tradicional MxM.2, lo que indica que no tienen una cosecha excesiva. En contraste, los árboles sobre Gi.5 tuvieron una cosecha tan grande en 2002 que el calibre del fruto y los sólidos solubles fueron inferiores que sobre Gi.6, y los sólidos solubles inferiores que sobre el patrón vigoroso MxM.2. Ello indica que los árboles sobre Gi.5 produjeron en exceso y había limitación de recursos para el desarrollo del fruto. Es también posible que la gran cosecha sobre Gi.5 hubiera limitado la acumulación de reservas en hidratos de carbono o nitrógeno por el árbol, aumentando así la vulnerabilidad al daño invernal el siguiente invierno (ANDERSEN, *et al.*, 1999; LANG y OPHARDT, 2000; LANG y PERRY, 2002).

Nuestros resultados después de 4 años también muestran el valor de la alta densidad para una producción precoz. Las producciones del tercer año fueron sobre todo función de la densidad; sin embargo, el sistema Zahn, a causa de su elevada producción por árbol y su elevada densidad, produjo casi el doble por hectárea que cualquier otro sistema. El sistema Zahn requirió la menor poda en los 2 primeros años y tuvo la mayor producción por árbol. Las producciones por hectárea al cuarto año de nuevo dependieron especialmente de la densidad.

Como se esperaba, el sistema tradicional de eje central a baja densidad tuvo una producción muy baja. Entre los 5 sistemas de alta densidad, el sistema Zahn produjo casi el triple por hectárea que los otros sistemas de alta densidad, que produjeron todos cosechas semejantes. Entre estos otros 4 sistemas, el Vaso bajo tuvo la producción menor, no porque tenga una baja producción por árbol sino por su baja densidad de árboles por hectárea. Parece que plantamos este sistema a una densidad demasiado baja para su comportamiento óptimo.

El gran calibre del fruto y el elevado contenido en sólidos solubles del sistema Vogel indica que este sistema no produjo en exceso, mientras que el pequeño calibre del fruto y el menor contenido en azúcar del sistema Zahn indica que este sistema produjo en exceso. El sistema Vogel combinó producciones relativamente elevadas con buen calibre y calidad de fruto. El sistema Zahn fue extremadamente productivo pero tuvo frutos y contenidos en sólidos solubles menores. Ello fue especialmente notorio en la combinación del sistema Zahn y el patrón Gi.5. Los resultados del ensayo 'Regina'/'Santa Lucía' fueron semejantes a los del ensayo principal; sin embargo, las producciones del sistema Zahn con 'Regina'/'Santa Lucía' fueron menores y los árboles no parecieron producir en exceso. Con todo, el calibre del fruto y los sólidos solubles en los árboles del sistema Zahn fueron menores que en los de Vogel o V perpendicular. En este ensayo, el V perpendicular pareció tener el mejor equilibrio entre una cosecha elevada y un elevado calibre del fruto y contenido en sólidos solubles.

Un componente importante en las producciones elevadas de los sistemas Zahn, Vogel y Marchand fue la poda mínima durante los 2 primeros años. Como contraste, el sistema de Vaso bajo exigió una poda importante durante los 2 primeros años. El sistema de V perpendicular tuvo una poda importante en la plantación. La poda severa se relacionó con las bajas cosechas de estos sistemas en los años 3.° y 4.°. Para incorporar con éxito una poda mínima en cerezo, se necesitan unas técnicas de ramificación debido a la fuerte dominancia apical que se traduce en la supresión del desarrollo de las yemas laterales en la mayoría de cultivares. Nuestras experiencias con el desyemado dieron buenos resultados al estimular el desarrollo de las yemas laterales sin descabezar el eje. Esta técnica debería permitir una poda mínima que resultase en un desarrollo más rápido de la copa y una producción precoz con una colocación adecuada de las ramas a lo largo del eje. Sin embargo, en el clima húmedo del NE de Estados Unidos, donde existe un riesgo elevado de infección por chancro bacteriano en primavera, recomendamos la aplicación de un tratamiento de cobre inmediatamente antes o después del desyemado.

Los resultados de este estudio muestran que sistemas de plantación a mucha mayor densidad que con el tradicional Eje central, combinados con nuevos patrones inductores de precocidad y una poda mínima, pueden dar cosechas substanciales al cuarto año. Con un producto de tan alto valor como la cereza, ello puede permitir recobrar rápidamente la inversión asociada a una nueva plantación de cerezos (SEAVERT, 1997; WEBER, 1998). Aunque nuestros primeros resultados son muy prometedores, el comportamiento a largo término de sistemas de alta densidad en cerezo en el NE de Estados Unidos no está probado.

Bibliografía

ANDERSEN R.L, ROBINSON T.L., LANG G.A., 1999. Managing the Gisela cherry rootstocks. New York Fruit Quart. 7(4): 19-22.

BALMER M., 2001. Sweet cherry tree densities and tree training. Compact Fruit Tree 34(3): 75-77.

HOYING S.A., ROBINSON T.L., ANDERSEN R.L., 2001. Improving sweet cherry branching. New York Fruit Quart. 9(1): 19-22.

KAPPEL F. 2002. Managing the self-fertile Lapins and Sweetheart sweet cherries in high density systems. Compact Fruit Tree 35(4): 113-114.

LANG G.A., 2000. Precocious, dwarfing, and productive – how will new cherry rootstocks impact the sweet cherry industry? HortTechnology 10: 719-725.

LANG G.A., 2001. Critical concepts for sweet cherry training systems. Compact Fruit Tree 34(3): 70-75.

LANG G.A., OPHARDT D.R., 2000. Intensive crop regulation strategies in sweet cherries. Acta Hortic. 514: 227-234.

LANG G.A., PERRY R.L., 2002. High density sweet cherry management: Point-counterpoint. Compact Fruit Tree 35(4): 115-117.

LONG L., 2001a. Cherry training systems: Selection and development. Pacific Northwest Ext. Publ. 543. Oregon Sta. Univ. Corvallis, Oregon.

LONG L., 2001b. Sweet cherry training systems. Compact Fruit Tree 34(3): 66-69.

PERRY R., 1998. Suggested training strategies for dwarf sweet cherries. Great Lakes Fruit Growers News 37(2): 45-46.

PERRY R., LANG G., ANDERSEN R., ANDERSON L., AZARENKO A., FACTEAU T., FERREE D., GAUS A., KAPPEL F., MORRISON F., ROM C., ROPER T., SOUTHWICK S., TEHRANI G., WALSH C., 1996. Performance of the NC-140 cherry rootstock trials in North America. Compact Fruit Tree 29: 37-56.

SEAVERT C., 1997. Sweet cherry orchard cost analysis: does high density pay? Proc. Oregon Hortic. Soc. 88: 34-42.

WEBER M.S., 1998. Labor demand and expected returns by different tree training forms and planting densities in sweet cherry orchards. Acta Hortic. 2: 419-424.

WEBER M.S., 2001. Sweet cherry orchard management with dwarfing rootstocks. Compact Fruit Tree 34(1): 20-22.

ZAHN F.G., 1994. Höhengerechter Planzabstand durch Stärkenbezogene Baumbehandlung. Erwerbsobstbau 8: 213-220.