

FRUTICULTURA

Regulación de la carga frutal en agroecosistemas de perales mediante programas de extinción de frutos

M.C. Dussi¹; L. Flores¹; Y. Machuca¹; M. Toselli² y C. Arjona³

¹Grupo de Estudio de Sustentabilidad en Agroecosistemas Frutícolas (GESAF), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue. Ruta N°151, km 22. CC 85. Cinco Saltos (8303) Río Negro, Argentina. gesaf.unco@gmail.com Tel: 54 299 4980204/005

²Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna. Viale Fanin 45, 40127, Bologna. ³Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Recibido: 15/3/12

Aceptado: 24/4/13

Resumen

Dussi, M.C.; Flores, L.; Machuca, Y.; Toselli, M. y Arjona, C. 2013. Regulación de la carga frutal en agroecosistemas de perales mediante programas de extinción de frutos. *Horticultura Argentina* 32(77): 14-22.

El objetivo del presente trabajo fue regular la carga frutal mediante extinción de frutos en agroecosistemas de hoja caduca. Para ello, en dos agroecosistemas de perales cv. Williams se realizaron los siguientes tratamientos: 1: 6-Benciladenina (BA): 200 ppm cuando la media de diámetro del fruto (DF) era de 20 mm; 2: BA 150 ppm a 14 mm DF; 3: BA 75 ppm a 7 mm DF + otra aplicación de BA 75 ppm a 14 mm DF; 4: Urea 7,5 % a 80 % de floración; 5: Urea 7,5 % a 80 % de floración + una aplicación de BA 75 ppm a 14 mm DF; 6: Testigo: raleo manual. Las variables analizadas fueron: número de frutos cuajados/Área Seccional de Rama (ASR); número de frutos cuajados/100 ramilletes florales⁻¹; distribución del cuaje: porcentaje de dardos donde cuajaron 0, 1 o más de 1 fruto y número de frutos raleados manualmente/cm² ASR. A cosecha se evaluaron los tamaños comerciales de los frutos en una caja es-

tándar de 18,2 kg. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de Análisis de la Varianza; prueba Chi cuadrado y análisis de componentes principales. En los árboles tratados con BA se observó una mayor extinción de frutos al utilizar concentraciones de 150 ppm a 14 mm DF o aplicaciones repetidas de 75 ppm a 7 y 14 mm DF. Concentraciones de BA de 200 ppm aplicadas a 20 mm DF no fueron efectivas ya que su aplicación fue muy tardía. Los tratamientos con urea no lograron regular la carga frutal en forma significativa. En los tratamientos con BA se observó un mayor porcentaje de frutos de tamaños grandes. En uno de los agroecosistemas, las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm mostraron el mayor porcentaje de frutos grandes (110, 120 y 135), estos tres tamaños juntos representaron el 58,12 % de los frutos cosechados de ese tratamiento y en el otro agroecosistema, el tratamiento combinado de Urea + BA 75 ppm fue el que obtuvo el mayor porcentaje de estos tres tamaños.

Palabras claves adicionales: *Pyrus communis*, raleo de frutos, benciladenina, urea, tamaño del fruto.

Abstract

Dussi, M.C.; Flores, L.; Machuca, Y.; Toselli, M. and Arjona, C. 2013. Crop regulation in agroecosystems of pear trees using fruit extinction programs. *Horticultura Argentina* 32(77): 14-22.

The objective of this investigation was to regulate fruit tree crop through fruit extinction. To do that in two different agroecosystems of pear trees cv. Williams the following treatments were applied in a complete randomized design: 1: 6-Benzyladenine (BA): 200 ppm when mean fruit diameter (FD) was 20 mm; 2: BA 150 ppm at 14 mm FD; 3: BA 75 ppm at 7 mm FD + another application of BA 75 ppm at 14 mm FD; 4: Urea 7,5 % at 80 % full bloom; 5: Urea 7,5 % at 80 % full bloom + another application of BA 75 ppm at 14 mm FD; 6: Control: hand thinning. Response variables were: number of fruit per cm² Branch Cross Sectional Area (BCSA) and per 100 flower clusters; fruit set distribution (percentage of spurs where fruit set was 0, 1 or +1) and number of hand thinned fruits

per cm² BCSA. At harvest, fruits were classified according to commercial sizes of the standard box (18,2 kg). Data were analyzed using the procedure of analysis of Variance; Chi-square test and principal component analysis. Trees treated with BA had higher fruit extinction using doses of 150 ppm at 14 mm FD or with repeated application of 75 ppm at 7 and 14 mm. 200 ppm of BA at 20 mm FD were not effective. Urea treatments did not regulate crop load. A higher percentage of fruit with big sizes were observed in the BA treated trees. In one of the plots, repeated application of BA at 75 ppm showed the highest percentage of fruit big sizes (110, 120 and 135); these three sizes together were 58,12 % of the harvested fruits of this treatment. In the other plot, Urea + BA at 75 ppm had the highest percentage of these three sizes.

Additional keywords: *Pyrus communis*, fruit thinning, 6-Benzyladenine, urea, fruit size.

1. Introducción

En agroecosistemas frutales de hoja caduca es de importancia significativa la regulación de la produc-

tividad mediante programas de extinción de frutos apropiados para cada cultivar, que integren diversos principios activos, dosis y momentos de aplicación (Dussi, 2008; Dussi, 2011; Dussi *et al.*, 2006; Dussi

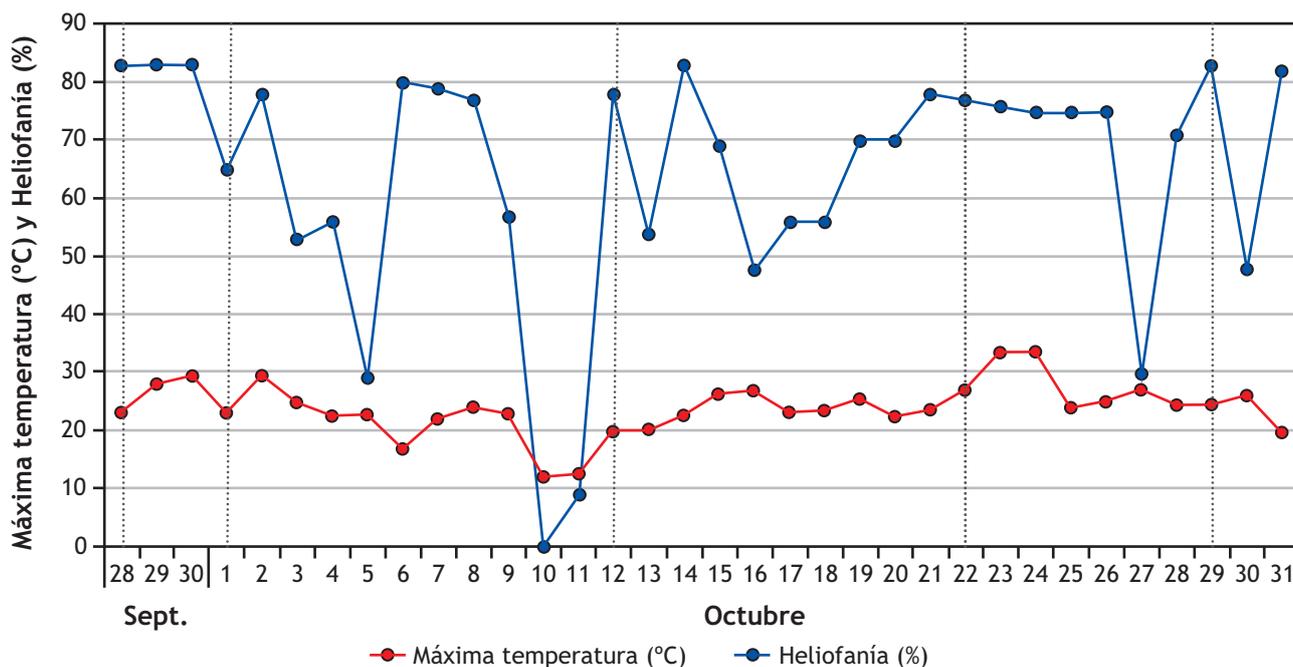


Figura 1. Temperaturas máximas y heliofanía durante el período de aplicación de los tratamientos. Los datos corresponden a la estación meteorológica de la Universidad Nacional del Comahue, Río Negro, Argentina. Las aplicaciones se realizaron el 28 de Septiembre y el 1, 12, 22 y 29 de octubre.

et al., 2011). La extinción de frutos utilizando productos químicos reduce el costo del raleo manual en términos de tiempo y labor (López et al., 2011).

Uno de los aspectos importantes que contribuyen a incrementar o mantener la sustentabilidad de los agroecosistemas frutícolas es la utilización de sustancias en un modo racional, con alta eficiencia y de bajo impacto ambiental que incrementen la calidad de la fruta sin residuos tóxicos, preservando la salud humana y el medio ambiente de las áreas productivas (Dussi, 2008; Dussi, 2010b; Dussi, 2011).

Las curvas de abscisión y crecimiento del fruto proveen una importante información para el entendimiento de los efectos del raleo y la determinación de los mejores momentos de aplicación de ciertos principios activos. Zon et al. (2011) midieron el aumento del peso del fruto y la evolución de las células del mismo desde el cuaje a la cosecha. Dussi et al. (2008b) y Giménez et al. (2008, 2010b) estudiaron las caídas de frutos y la distribución de las frecuencias acumuladas de caídas en las cultivares de peras Williams y Packham's Triumph y determinaron que la máxima frecuencia de caída por día ocurría a los 22 y 23 días después de plena floración (DDPF) respectivamente.

En perales, la práctica de raleo químico es menos utilizada. Los productos comúnmente usados en manzanos, como el Ácido Naftalen Acético, tienen un efecto reducido o errático o directamente no tienen efecto, como en el caso del Carbaril (Jones et al., 1998; Wertheim, 2000). Experiencias aplicando urea en plena floración han indicado cierta tendencia a aumentar el calibre de los frutos, aunque este efecto no ha podido ser atribuido a un efecto en el raleo

Tabla 1. Cuaje del fruto en perales cv. Williams. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I		Experimento II	
	Frutos·cm ⁻² ASR ^z	Frutos·100 ramilletes florales	Frutos·cm ⁻² ASR ^z	Frutos·100 ramilletes florales
1. BA 200	1,39 abc	42,23	1,04 a	21,15 a
2. BA 150	0,98 a	24,69	0,86 ab	19,77 ab
3. BA 75 + BA 75	1,13 ab	29,93	0,56 b	12,98 b
4. Urea 7,5 %	1,76 c	44,82	0,99 a	22,09 a
5. Urea 7,5 % + BA 75	1,14 ab	32,12	0,91 a	20,26 a
6. Testigo	1,53 bc	41,97	1,02 a	23,27 a
CV	3,93	37,43	31,33	29,48
P	< 0,0001	ns	< 0,0001	< 0,041

Valores con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$). Test LSD. ns: no-significativo. ^z: cuaje del fruto por cm² Area Seccional de Rama. Covarianza: Densidad floral.

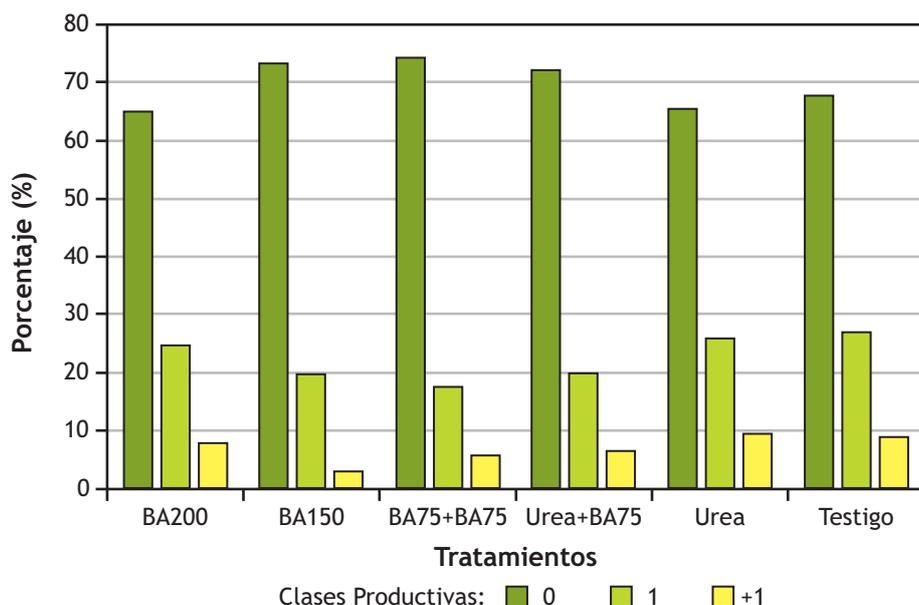


Figura 2. Distribución del cuaje en cada clase productiva en perales cv. Williams (test Chi-cuadrado: 87,38; $P < 0,0001$; $n = 6370$). Experimento I.

(Dussi, 2011; Dussi *et al.*, 2008a).

La 6-Benciladenina (BA) constituye una opción para el raleo en peras y es el único producto comercial disponible en el mercado argentino que ha mostrado efectividad en esta especie (Dussi, 2009; Dussi, 2010a; Dussi *et al.*, 2001; Dussi, 2008; Dussi, 2009; Giménez *et al.*, 2010a). En Packham's Triumph, Bound y Mitchell (2002) encontraron el mayor efecto raleador utilizando BA con concentraciones de 100 a 150 ppm aplicadas desde los 11 a los 26 DDPF. El número de frutos que tiene que ser removido manualmente luego de una aplicación de BA, así como el tiempo requerido para el raleo manual fue menor comparado con el control (raleo manual solamente) en la cv. Williams (Dussi & Sugar, 2011; López *et al.*, 2011).

El incremento del tamaño del fruto debido a las aplicaciones de BA puede ser un efecto directo del principio activo al estimular y/o prolongar la división mitótica de las células parenquimáticas, y/o un efecto indirecto como consecuencia de la reducción de la carga de frutos (Yuan & Greene, 2000a; Dussi *et al.*, 2006).

Las altas temperaturas, luego de las aplicaciones de BA, decrecen la fotosíntesis neta e incrementan la respiración oscura (Yuan & Greene, 2000a),

por lo cual, para obtener un raleo efectivo, se deben tener en cuenta las condiciones climáticas al realizar los tratamientos.

Yuan & Greene (2000a, 2000b) sugieren que la BA ralea frutos de manzanos principalmente reduciendo los carbohidratos disponibles a los frutos en desarrollo y aumentando los picos naturales de abscisión de los frutos. El aumento de etileno observado en hojas y frutos tratados con BA puede ser uno de los factores de importancia que desencadenan los procesos fisiológicos para la abscisión de los frutos. La BA estimula

transitoriamente el crecimiento de brotes laterales y el transporte de Acido Indol Acético (AIA) fuera de estos brotes nuevos inhiben por correlatividad el transporte de AIA de los frutos causando la abscisión de algunos pequeños frutos en desarrollo (Bangerth, 2000; Schröder & Bangerth, 2006).

El raleo químico de frutos realizado en el momento oportuno reduce el costo del raleo manual y mejora el calibre de los frutos persistentes, en pera Williams este es un aspecto de crucial importancia para alcanzar mejores precios en el mercado.

El objetivo del presente trabajo fue regular la carga frutal mediante la extinción de frutos utilizando produc-

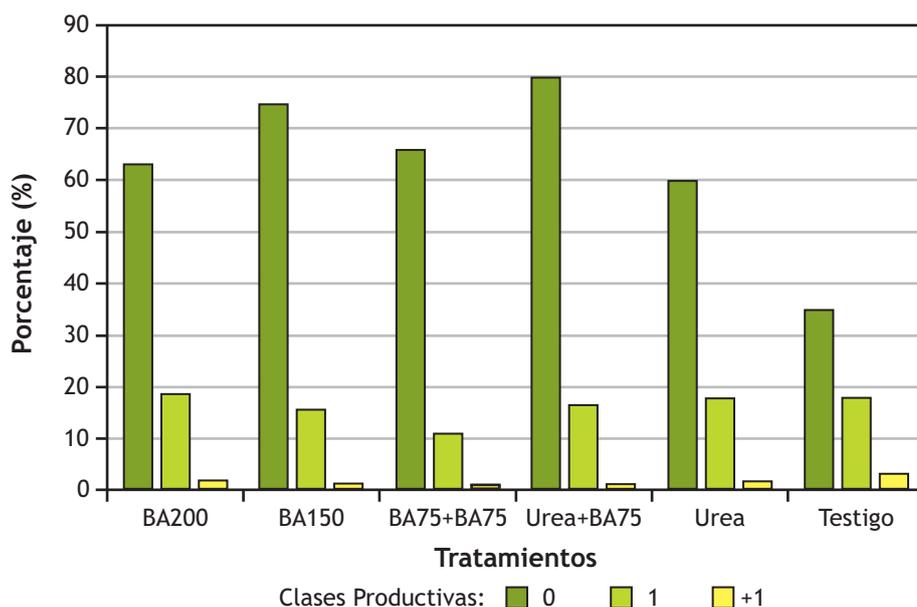


Figura 3. Distribución del cuaje en cada clase productiva en perales cv. Williams (test Chi-cuadrado: 68,56; $P < 0,0001$; $n = 8477$). Experimento II.

tos de bajo impacto ambiental en agroecosistemas de hoja caduca conformados por perales.

2. Materiales y métodos

En dos agroecosistemas frutícolas localizados en el Alto Valle del Río Negro, Argentina y situados a 10 km de distancia entre ellos, se realizaron dos experimentos en perales cv. Williams injertados sobre portainjerto de semilla en una campaña productiva. Las plantas se encontraban en plena producción conducidas en espaldera con un distanciamiento de 4 m entre filas y 4 m entre plantas.

Los tratamientos aplicados en ambos experimentos (I y II) fueron los siguientes: 1: 6-Benciladenina (BA) a una concentración de 200 ppm cuando la media de diámetro del fruto (DF) era de 20 mm; 2: BA 150 ppm a 14 mm DF; 3: BA 75 ppm a 7 mm DF + otra aplicación de BA 75 ppm a 14 mm DF; 4: Urea 7,5 % a 80 % de floración; 5: Urea 7,5 % a 80 % de floración + una aplicación de BA 75 ppm a 14 mm DF; 6: Testigo: raleo manual.

Para cada tratamiento, en ambos experimentos, se tomaron seis árboles (repeticiones) seleccionando dos

ramas representativas en lados opuestos de cada planta y se midió el Área Seccional de Rama (ASR). En el estado fenológico E2 (Fleckinger, 1955) de pétalos visibles, se contabilizaron los ramilletes florales de cada rama marcada. Los productos se aplicaron utilizando un diseño totalmente aleatorizado con una mochila a motor hasta el punto de goteo en cada repetición, dejando dos plantas de bordura entre las plantas tratadas y una fila completa de bordura entre las filas tratadas. Las condiciones meteorológicas en los momentos de aplicación fueron de cielo despejado, con una alta heliofanía y temperaturas máximas sobre los 20 °C (Figura 1).

En noviembre, luego del *june drop* (caída de noviembre) se contabilizaron los frutos persistentes en cada rama de cada planta. Estos datos se utilizaron para calcular la distribución del cuaje: porcentaje de dardos donde cuajaron 0, 1 o más de 1 fruto (clases productivas); número de frutos cuajados por 100 ramilletes florales; número de frutos cuajados por ASR y densidad floral: número de ramilletes por ASR. Luego de completar estas evaluaciones, se reguló la carga frutal mediante raleo manual dejando la misma carga en todos los tratamientos; és-

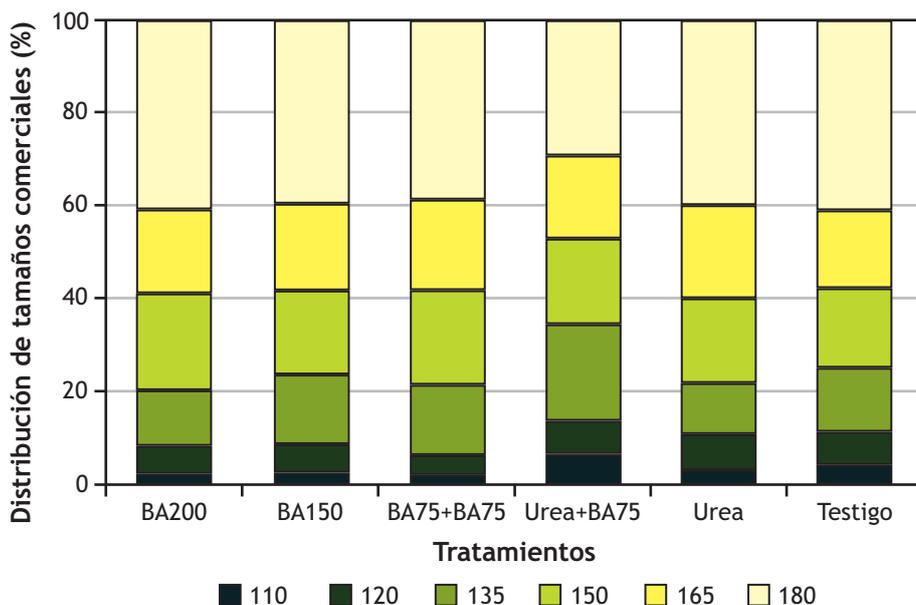


Figura 4. Efecto del raleo en la distribución porcentual de los tamaños comerciales para la caja estándar de 18,2 kg en perales Williams (Test Chi-cuadrado: 56,10; P: 0,0004; n: 2414). Experimento I.

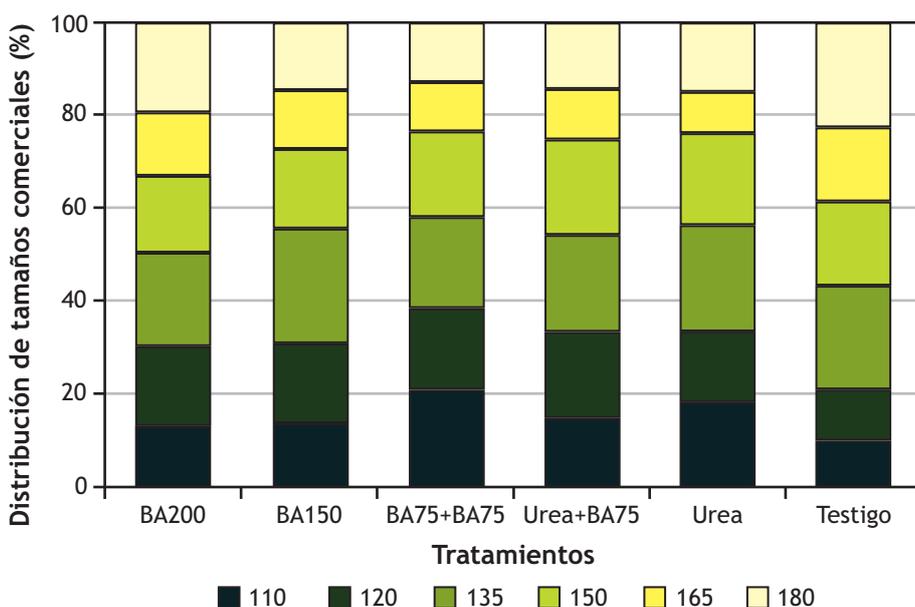


Figura 5. Efecto del raleo en la distribución porcentual de los tamaños comerciales para la caja estándar de 18,2 kg en perales Williams (Test Chi-cuadrado: 51,21; P < 0,0015; n: 2088). Experimento II.

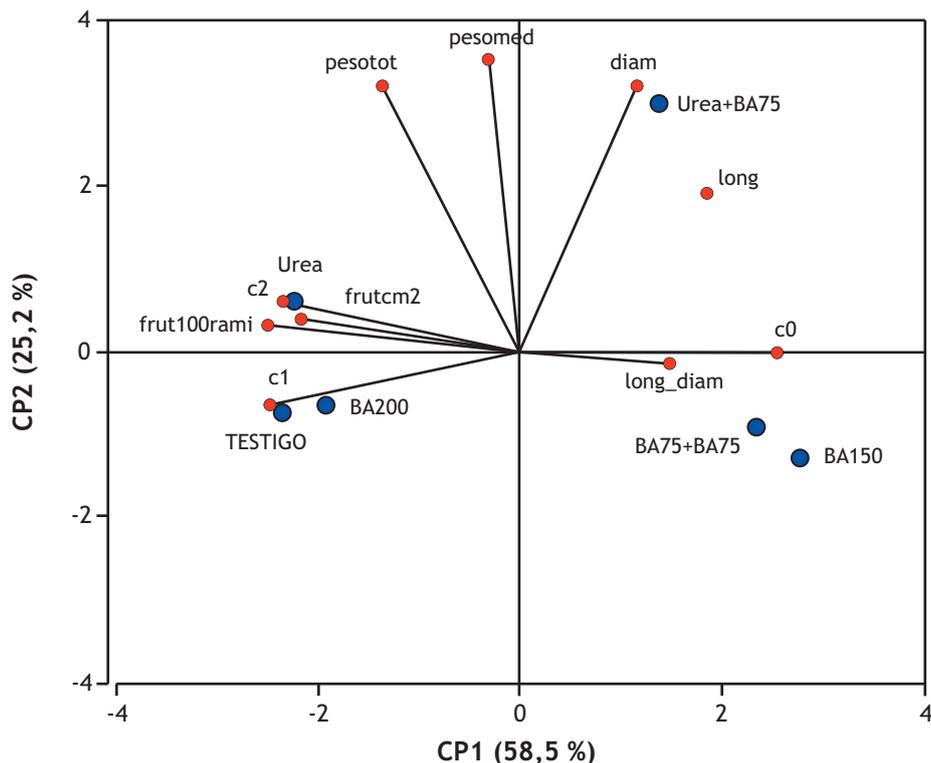


Figura 6. Análisis de componentes principales describiendo los tratamientos en perales cv. Williams. Experimento I. c0, c1, c2: porcentaje de dardos donde el cuaje fue cero, uno, dos y más de dos frutos (clases productivas). frutcm2: frutos·cm⁻² de ASR. frut100rami: frutos·100 ramilletes florales⁻¹. diam: diámetro del fruto. long: longitud del fruto. long_diam: Relación longitud/diámetro. pesomed: kilogramos de peras (%) con tamaño 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3) de cada tratamiento. pesotot: Kilogramos totales por tratamiento.

te, a su vez, fue el momento donde se realizó el tratamiento Testigo. Los frutos raleados manualmente se recolectaron en bolsas y se contaron. Con estos datos se calculó el número de frutos raleados manualmente por ASR.

Tabla 2. Frutos raleados manualmente en cada tratamiento en perales cv. Williams. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I	Experimento II
	Frutos raleados manualmente ·cm ⁻² ASR ²	Frutos raleados manualmente ·cm ⁻² ASR ²
1. BA 200	0,29	0,35 ab
2. BA 150	0,16	0,31 ab
3. BA 75 + BA 75	0,20	0,17 c
4. Urea 7,5 %	0,25	0,35 ab
5. Urea 7,5 % + BA 75	0,20	0,29 bc
6. Testigo	0,30	0,44 a
CV	55,22	37,55
P	ns	0,0005

Valores con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes (P ≤ 0,05). Test LSD. ns: no-significativo. ²: Frutos raleados manualmente por cm² Area Seccional de Rama.

En el momento de cosecha, se recolectaron todos los frutos por repetición y se evaluó el peso, el diámetro mayor, diámetro menor y la longitud de cada fruto y se realizó una clasificación de tamaños comerciales de acuerdo a una caja estándar para peras de 18,2 kg.

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de análisis de la Varianza del paquete estadístico Statistica 8 considerando el cuaje de los frutos (frutos por 100 ramilletes florales y frutos por ASR) como las variables de respuesta. Se incluyó como co-variable para el análisis de las variables que describen el cuaje a la Densidad de floración (Looney & McKellar, 1984). También se realizó un análisis de la varianza para las variables número de frutos raleados manualmente·cm⁻² ASR, número de frutos raleados manualmente·ASR⁻¹, peso, lon-

gitud y diámetro del fruto y relación longitud-diámetro (L/D). Las medias fueron separadas utilizando el test LSD (*least significant differences*). La distribución de frutos en cada clase productiva y la clasificación de tamaños comerciales se analizaron mediante el test Chi cuadrado. Se realizó un análisis de componentes prin-

Tabla 3. Efecto del raleo en la relación longitud/diámetro en perales cv. Williams. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I	Experimento II
	Largo/Diámetro	Largo/Diámetro
1. BA 200	1,26	1,25
2. BA 150	1,30	1,27
3. BA 75 + BA 75	1,30	1,28
4. Urea 7,5 %	1,30	1,26
5. Urea 7,5 % + BA 75	1,28	1,24
6. Testigo	1,27	1,26
CV	2,97	3,10
P	ns	ns

Valores con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes (P ≤ 0,05). Test LSD. ns: no-significativo.

cipales considerando una matriz de correlación de las variables estudiadas para describir el comportamiento multivariado de los tratamientos.

3. Resultados y discusión

En el Experimento I (Tabla 1) se observaron diferencias entre tratamientos al analizar la variable frutos·cm⁻² ASR (Área Seccional de Rama), la BA aplicada a 150 ppm cuando la media de diámetro de fruto fue de 14 mm fue el tratamiento que mostró el mejor efecto raleador seguido por la aplicación repetida de BA a 75 ppm aunque ambos no se diferenciaron significativamente del tratamiento 1 y 5.

En el experimento II, la aplicación repetida de BA a 75 ppm fue el tratamiento que presentó el menor cuaje de frutos tanto en la variable frutos·cm⁻² ASR como en la variable frutos·100 ramilletes florales⁻¹ y no fue estadísticamente distinto al tratamiento 2 (BA 150 ppm). Excepto la aplicación repetida de BA a 75 ppm, el resto de los tratamientos no se diferenciaron del testigo (Tabla 1). En Packham's Triumph, Bound y Mitchell (2002) encontraron el mayor efecto raleador utilizando BA con concentraciones de 100 a 150 ppm aplicadas desde los 11 a los 26 DDPF. Dussi (2010b) y Giménez *et al.* (2010a) observaron un mayor raleo al aplicar BA utilizando concentraciones iguales o mayores a 100 ppm a los 21 DDPF que se correspondieron con frutos de 12 a 15 mm de diámetro en la cv. Williams.

Tabla 4. Relación entre los tamaños comerciales para la caja estándar de 18,2 kg en perales Williams, el peso promedio del fruto y el rango entre tamaños referidos a las Figuras 4 y 5.

Tamaño comercial del fruto para caja estándar de 18,2 kg	100	110	120	135	150	165	180
Peso promedio del fruto (g)	182	165	152	135	121	110	101
Rango entre tamaños (g)	174	159	143	128	116	106	

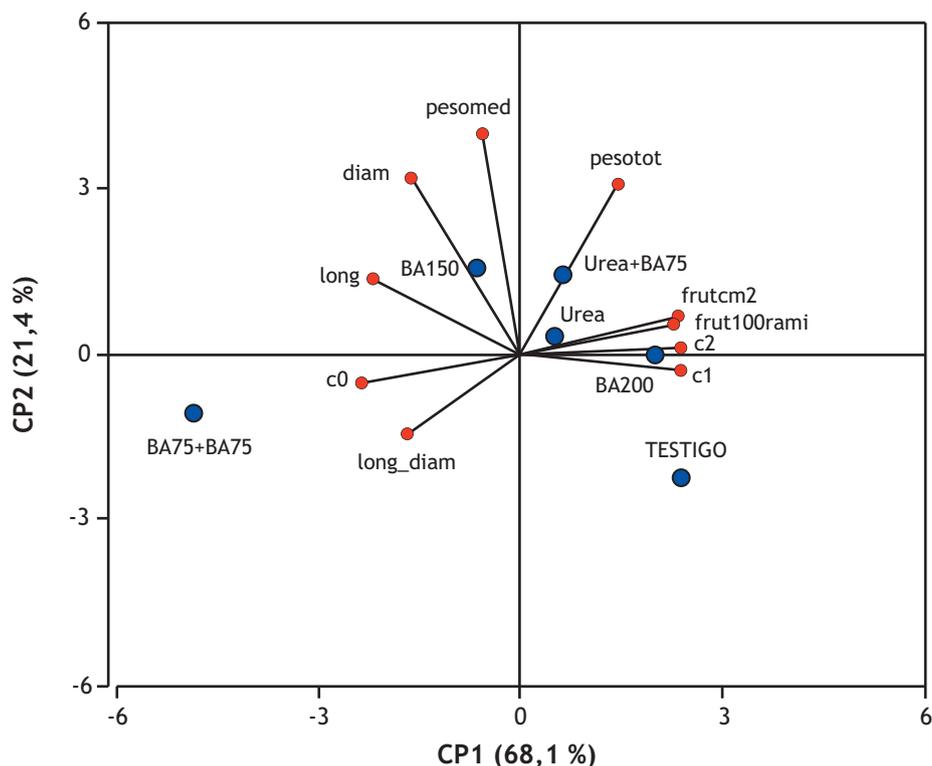


Figura 7. Análisis de componentes principales describiendo los tratamientos en perales cv. Williams. Experimento II. c0, c1, c2: porcentaje de dardos donde el cuaje fue cero, uno, dos y más de dos frutos (clases productivas). frutcm2: frutos·cm⁻² de ASR. frut100rami: frutos·100 ramilletes florales⁻¹. diam: diámetro del fruto. long: longitud del fruto. long_diam: Relación longitud/diámetro. pesomed: kilogramos de peras (%) con tamaño 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3) de cada tratamiento. pesotot: kilogramos totales por tratamiento.

Cuando se utilizaron 200 ppm de BA los resultados no fueron satisfactorios en ninguno de los dos experimentos. Este tratamiento fue aplicado cuando el diámetro del fruto era de 20 mm, probablemente un momento de aplicación muy tardío para ralear peras (Dussi, 2009; Dussi 2010a; Dussi, 2010b; Dussi *et al.*, 2008a). Según Giménez *et al.* (2010a), los mejores resultados de raleo utilizando BA fueron encontrados cuando las aplicaciones se realizaron a los 21 días DDPF que corresponde a un tamaño del fruto entre 12 y 15mm.

Los árboles tratados con urea al 7,5 % no mostraron una respuesta al raleo. Cuando la urea fue combinada con BA se observó una tendencia sugiriendo que es la BA el compuesto que ralea frutos y no la urea utilizada en forma individual en el experimento I (Tabla 1). En el caso del experimento II, ninguno de los dos tratamientos con urea difirieron del control, en concordancia con los resultados reportados por Dussi *et al.* (2009).

Cuando se analizó el porcentaje de distribución del cuaje en cada clase productiva, se pudo observar que los tratamientos con BA presentaron menor cantidad de ramilletes con más de un fruto (Figuras 2 y 3). Este

es un aspecto muy positivo que incide en la obtención de frutos de mejor calidad (Dussi *et al.*, 2008a). En el experimento II, las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm presentaron la mayor cantidad de dardos sin frutos y la menor cantidad con 1 o más frutos (Figura 3). El testigo exhibió más dardos con 1 o más frutos.

En ambos experimentos el raleo químico fue complementado con un raleo manual. En el caso del experimento I no hubo diferencias significativas entre tratamientos en la variable frutos raleados·cm² ASR (Tabla 2), la productividad general de esta parcela fue menor que en otras temporadas, por lo tanto fue menor también la cantidad de frutos raleados manualmente incluso en el tratamiento testigo.

En el experimento II, se contabilizó menor cantidad de frutos raleados manualmente en el tratamiento con las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm. Dussi y Sugar (2011) y López *et al.* (2011) observaron en la cv. Williams que el número de frutos a ser removido manualmente luego de una aplicación de BA, así como el tiempo requerido para el raleo manual, fue significativamente menor comparado con el control (raleo manual solamente) implicando un ahorro en la cantidad de mano de obra y tiempo requerido para el desarrollo de esta labor.

El aumento en el diámetro del fruto debido al raleo fue proporcional al de la longitud en todos los tratamientos, por lo tanto no se observaron deformaciones del fruto (Tabla 3).

Tabla 5. Correlaciones de los componentes principales con las variables analizadas en perales cv. Williams.

Variables	Experimento I		Experimento II	
	CP1	CP2	CP1	CP2
C0	1	0,0019	-0,97	-0,11
C1	-0,97	-0,16	0,96	0,16
C2	-0,92	0,15	0,99	-0,07
frutcm2	-0,86	0,11	0,93	0,13
frut100rami	-0,98	0,08	0,98	0,03
diam	0,45	0,83	-0,66	0,73
long	0,72	0,5	-0,9	0,31
long_diam	0,58	-0,03	-0,7	-0,33
pesomed	-0,12	0,91	-0,24	0,92
pesotot	-0,54	0,83	0,59	0,7

c0; c1; c2: porcentaje de dardos donde el cuaje fue cero, uno, dos y más de dos frutos (clases productivas); frutcm2: frutos·cm² ASR; frut100rami: frutos·100 ramilletes florales⁻¹; diam: diámetro del fruto; long: longitud del fruto; long_diam: Relación longitud/diámetro; pesomed: kilogramos de peras (%) con tamaño 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3) de cada tratamiento; pesotot: Kilogramos totales por tratamiento.

Cuando los frutos fueron clasificados de acuerdo a su tamaño comercial en cajas estándar para peras de 18,2 kg, el tratamiento con urea aplicada en plena floración más BA 75 ppm aplicada cuando el diámetro del fruto fue de 14 mm presentó el mayor porcentaje de frutos grandes en el experimento I (Figura 4; Tabla 4). El tratamiento con BA a 150 ppm, 200 ppm y las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm mostraron una tendencia a presentar frutos más grandes. En el experimento II, las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm mostraron el mayor porcentaje de frutos grandes (110, 120 y 135); estos tres tamaños juntos representaron el 58,12 % de los frutos cosechados de ese tratamiento (Figura 5; Tabla 4). Los árboles del testigo tuvieron frutos de menores tamaños que el resto de los tratamientos. Esto coincide con trabajos de otros autores que lograron aumentar los rendimientos por hectárea de los frutos más grandes al realizar aplicaciones de BA (Dussi *et al.*, 2009; Dussi & Sugar, 2011; Giménez *et al.*, 2010a).

En el experimento I, los dos primeros componentes principales del análisis estadístico realizado por tratamiento explicaron el 83,7 % (el primer componente el 58,5 % y el segundo el 25,2 %) de la inercia total (Figura 6). En la Tabla 5, se observa que las variables que expresan el cuaje de frutos están correlacionadas con el primer componente y las que expresan el tamaño del fruto con el segundo. En la Figura 6 se pueden observar los tratamientos en el primer y segundo eje, a la derecha se encuentran los tratamientos de BA con 150 y 75 + 75 ppm que presentan menor cuaje de frutos (menor número de frutos·cm² ASR y menor número de frutos·100 ramilletes florales⁻¹) y un mayor porcentaje de dardos con cero frutos. El cuadrante opuesto muestra el tratamiento control, urea y BA 200 ppm con las características complementarias. El tratamiento urea + BA 75 ppm se observa en la parte superior a la derecha del gráfico con los frutos más grandes.

En el experimento II, los dos primeros componentes principales del análisis realizado por tratamiento explicaron el 89,2 % (el primer componente el 68,1 % y el segundo 21,1 %) del total de la inercia (Figura 7). La Tabla 5 muestra la correlación de todas las variables analizadas con el primer y segundo componente del experimento II. En la Figura 7 se puede observar, a la izquierda, el tratamiento con aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm y el de BA a 150 ppm que tienen un menor cuaje de frutos (menor número de frutos·cm² de ASR y menor número de frutos·ramilletes florales⁻¹) y mayor porcentaje de dardos con cero frutos. En el cuadrante opuesto se observa el tratamiento testigo, urea y urea + BA 75 ppm y BA 200 ppm con las características complementarias. Claramente el testigo

muestra el mayor cuaje y frutos con los tamaños más pequeños.

4. Conclusiones

La carga frutal en los dos agroecosistemas de perales trabajados se logró regular con algunos de los programas de extinción de frutos planteados.

En los árboles tratados con BA se observó una mayor extinción de frutos al utilizar concentraciones de 150 ppm a 14 mm DF o aplicaciones repetidas de 75 ppm a 7 y 14 mm DF. Concentraciones de BA de 200 ppm aplicadas a 20 mm DF no fueron efectivas ya que su aplicación fue muy tardía. Los tratamientos con urea no lograron regular la carga frutal en forma significativa.

En los tratamientos con BA se observó un mayor porcentaje de frutos de tamaños grandes. En uno de los agroecosistemas, las aplicaciones repetidas de BA a 75 ppm mostraron el mayor porcentaje de frutos grandes (110, 120 y 135), estos tres tamaños juntos representaron el 58,12 % de los frutos cosechados de ese tratamiento y en el otro agroecosistema, el tratamiento combinado de Urea + BA 75 ppm fue el que obtuvo el mayor porcentaje de estos tres tamaños.

La BA se utiliza luego de la floración, lo cual representa una gran ventaja ya que se puede aplicar una vez que el mayor riesgo de daños por heladas ha disminuido considerablemente. Este compuesto es una interesante alternativa a tener en cuenta en el momento de elegir un biorregulador aplicable a producciones frutícolas sustentables.

Diferentes programas de extinción de frutos son esenciales para ajustar los resultados a distintos principios activos, sitios, momentos de aplicación y concentraciones utilizadas.

5. Bibliografía

Bangerth, F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regul.* 31:43-59.

Bound, S.A. & Mitchell, L. 2002. A new post-bloom thinning agent for Packham's Triumph pear. *Acta Hort.* 596:793-795.

Dussi, M.C. 2008. Bioreguladores del crecimiento en fruticultura. I: raleo de flores y frutos. *Revista Agrovalle.* Nro.7. Pag. 7.

Dussi, M.C. 2009. Programa de raleo de flores y frutos en perales cv. Williams. *Revista AgroValle.* N° 12. pag.6-7.

Dussi, M.C. 2010a. Capítulo 5: Crecimiento del fruto y raleo. Pág. 28-37. En: Pera Williams. Manual para el productor y el empacador.

Dussi, M.C. 2010b. Fitoreguladores utilizados en el cultivo del peral. Experiencia en el norte de la Patagonia. ANAIS. III Reunión técnica de cultura del peral. 107-124. Lages, Brasil.

Dussi, M.C. 2011. Sustainable use of plant bioregulators in pear production. *Acta Hort.* 909:353-367.

Dussi, M.C.; Rodríguez, R.; Sosa, D.; Bramardi, S. & Giardina, G. 2001. Efecto de la benciladenina (BA) en el raleo de frutos de manzanos cv. Royal Gala y perales cv. Williams. *Horticultura Argentina* 20(48): 68.

Dussi, M.C.; Giardina, G.; Reeb, P.; De Bernardin, F. & Apendino, E. 2006. Fruit thinning effect in the apple cv. Royal Gala. *Acta Hort.* 727:401-408.

Dussi, M.C.; Giardina, G.; Reeb, P. & Gastiazoro, J. 2008a. Thinning programs in pears cv. Williams. *Acta Hort.* 800:119-129.

Dussi, M.C.; Striebeck, G.; Giménez, G.; Gastiazoro, J.; Racskó, J. & Nyeki, J. 2008b. Packham's Triumph. Patrón de caída de frutos. *Horticultura Argentina* 27(64):96.

Dussi, M.C.; Reeb, P.; Giardina, G.; Giménez, G.; Zon, K.; Gastiazoro, J. & Nyeki, J. 2009. Benciladenina: una alternativa en el raleo de perales. *Horticultura Argentina* 28(67):131.

Dussi, M.C.; Flores, L.; Sepúlveda, M.; Zon, K. & Machuca, Y. 2011. Efecto del ácido abscísico y de la Benciladenina en el raleo de frutos de manzanos, perales y ciruelos. Informe técnico UNCo. 43 p.

Dussi, M.C & Sugar, D. 2011. Fruit thinning and fruit size enhancement with 6-Benyladenine application to Williams pear. *Acta Hort.* 909:403-407.

Fleckinger, 1955. *Phénologie et arboriculture fruitière.* Bon Jardinier, 1.

Giménez, G.; Dussi, M.C.; Reeb, P. & Striebeck, G. 2008. Ajuste de modelos de caída de frutos en perales cv. Williams. *Horticultura Argentina* 27 (64):96.

Giménez, G.; Reeb, P.; Dussi, M.C.; Elosegui, F.; Siviero, P.; Fantaguzzi, S. and Sugar, D. 2010a. Optimizing Benzyladenine application timing in Williams pear. *Acta Hort.* 884:265-272.

Giménez, G.; Dussi, M.C.; Reeb, P.; Zon, K.; Nyeki, J.; Szabó, Z. & Racsko, J. 2010b. Fruit growth and abscission pattern of Williams pear treated with benzyladenine. *Acta Hort.* 884:481-490.

Jones, K.; Bound, S. & Miller, P. 1998. Crop regulation of pome fruit in Australia. *Tasmanian Institute of Agricultural Research.* 36 p.

- Looney, N.E. & McKellar, J.E. 1984. Thinning Spartan apples with Carbaryl and 1 Naphthaleneacetic acid: influence of spray volume and combinations of chemicals. *Can. J. Plant Sci.* 64:161-166.
- López; Zon, K.; Dussi, M.C.; Reeb, P.; Giardina, G.; Leskovar, M. & Flores, L. 2011. Economic Evaluation between Chemical Thinning vs. Hand Thinning in pear cv. Williams. *Acta Hort* 909: 29-37.
- Schröder, M. & Bangerth, F. 2006. The possible 'mode of action' of thinning bioregulators and its possible contribution to the understanding of 'thinning variability' in apples. *Acta Hort.* 727: 437-443.
- Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regul.* 31:85-100.
- Yuan, R. & Greene, D.W. 2000a. Benzyladenine as a chemical thinner for McIntosh apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and non-structural carbohydrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:169-176.
- Yuan, R. & Greene, D.W. 2000b. Benzyladenine as a chemical thinner for McIntosh apples. II. Effects of benzyladenine, bourse shoot tip removal, and leaf number on fruit retention. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:177-182.
- Zon, K.; Sepúlveda, M.; Giménez, G. & Dussi, M.C. 2011. Fruit Growth and Cell Evolution in Williams Pears. *Acta Hort* 909:665-670.