

## FRUTICULTURA

# Efecto de las fitohormonas sobre el control de la fructificación en manzanos

L. Flores<sup>1</sup>; M.C. Dussi<sup>1</sup>; Y. Machuca<sup>1</sup>; M. Toselli<sup>2</sup> y C. Arjona<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo 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](mailto:gesaf.unco@gmail.com) Tel: 54 299 4980204/005 [catedra.ecologia.fca@gmail.com](mailto:catedra.ecologia.fca@gmail.com); [sutu@neunet.com.ar](mailto:sutu@neunet.com.ar) <sup>2</sup>Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna. Viale Fanin 45, 40127, Bologna. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Recibido: 5/3/12

Aceptado: 11/4/13

### Resumen

Flores, L.; Dussi, M.C.; Machuca, Y.; Toselli, M. y Arjona, C. 2013. Efecto de las fitohormonas sobre el control de la fructificación en manzanos. *Horticultura Argentina* 32(77): 23-31.

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes fitohormonas en el raleo de frutos en manzanos se realizaron dos experimentos en la cv. Royal Gala. En uno, la cultivar estaba injertada sobre portainjerto M9 y en el otro sobre M4. Los tratamientos aplicados en ambos ensayos fueron: 1: Benciladenina (BA) 100 ppm cuando la media de diámetro de fruto (DF) era de 8 a 12 mm; 2: Acido Naftalen Acético (ANA) 10 ppm a 5 mm DF; 3: ANA 10 ppm a 5 mm DF + BA 50 ppm con DF de 8 a 12 mm; 4: ANA 10 ppm a 5 mm DF + BA 75 ppm con DF de 8 a 12 mm; 5: ANA 10 ppm a 5 mm DF + BA 100 ppm con DF de 8 a 12 mm; 6: Testigo: raleo manual. Las variables de respuesta fueron: número de frutos cuajados por área de la sección transversal de la rama (ASR); número de frutos

cuajados cada 100 ramilletes florales; distribución del cuaje (porcentaje de dardos donde cuajaron 0, 1 o más de 1 fruto). En cosecha se evaluó el peso, diámetro mayor, diámetro menor y longitud de cada fruto y se realizó una clasificación de tamaños comerciales de acuerdo a una caja Mark IV de 18 kg. Los datos se analizaron mediante el análisis de la Varianza (ANOVA); prueba Chi cuadrado y análisis de componentes principales. Todas las combinaciones ANA + BA fueron efectivas en el raleo de frutos y resultaron en un cuaje y tamaño de frutos similares. Por lo tanto aplicaciones de ANA 10 ppm a 5 mm DF + BA 50 ppm son una buena alternativa para el control de la fructificación en Royal Gala. Los tamaños comerciales de las manzanas tratadas con BA fueron superiores a los del testigo.

**Palabras claves adicionales:** *Malus domestica*, 6-Benciladenina, Acido Naftalen Acético, raleo de frutos, calidad de frutos.

### Abstract

Flores, L.; Dussi, M.C.; Machuca, Y.; Toselli, M. and Arjona, C. 2013. Plant hormones effects in apple crop regulation. *Horticultura Argentina* 32(77): 23-31.

Two experiments were done in apples cv. Royal Gala to evaluate different hormones for fruit thinning. In one of them, the cultivar was grafted over rootstock M9 and in the other one on M4. Treatments applied in both experiments were: 1: Benzyladenine (BA) 100 ppm when mean fruit diameter (FD) was between 8 to 12 mm; 2: Naftalen Acetic Acid (NAA) 10 ppm at 5 mm FD; 3: NAA 10 ppm at 5 mm FD + BA 50 ppm when FD was between 8 to 12 mm; 4: NAA 10 ppm at 5 mm FD + BA 75 ppm when FD was between 8 to 12 mm; 5: NAA 10 ppm at 5 mm FD + BA 100 ppm when FD was between 8 to 12 mm; 6: Control: hand thinning. Response variables were: number of fruit per cm<sup>2</sup> Branch Cross Sec-

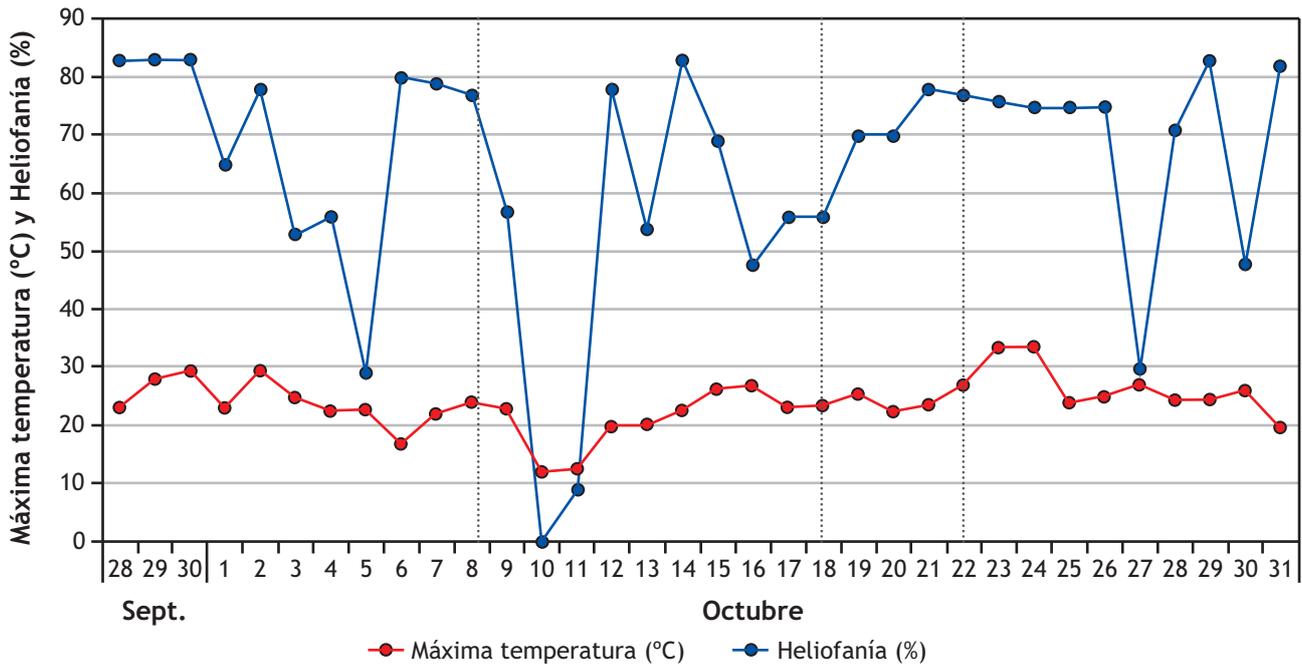
tional Area (BCSA) and per 100 flower clusters; and fruit set distribution (percentage of spurs where fruit set was 0, 1 or +1). At commercial harvest fruit weight, mayor and minor diameter and length of each fruit were measured and classified according to commercial sizes of the standard box (18 kg). Data were analyzed using the procedure of analysis of Variance (ANOVA); Chi-square test and principal component analysis. All the combinations of NAA + BA were effective for fruit thinning and resulted in similar fruit set and fruit sizes, thus applications of NAA at 10 ppm + BA at 50 ppm were a good alternative to thin fruits with lower costs and less environmental impact due to lower doses. Apples treated with BA had higher commercial sizes than control ones.

**Additional keywords:** *Malus domestica*, 6-Benzyladenine, Naftalen Acetic Acid, fruit thinning, fruit quality.

## 1. Introducción

El control de la fructificación en manzanos es de vital importancia en la fruticultura actual para la obtención de fruta de alta calidad que le permita al productor competir en el mercado internacional (Jones *et al.*, 1998; Dussi, 2008).

Uno de los métodos más efectivos para el control de la fructificación en manzanos es el raleo de frutos que puede ser efectuado en forma manual, mecánica o química. El uso de productos químicos es el método más simple para hacer el trabajo en un corto período de tiempo y ahorrar mano de obra. Estos productos provocan abscisión, alterando la fisiología de la planta

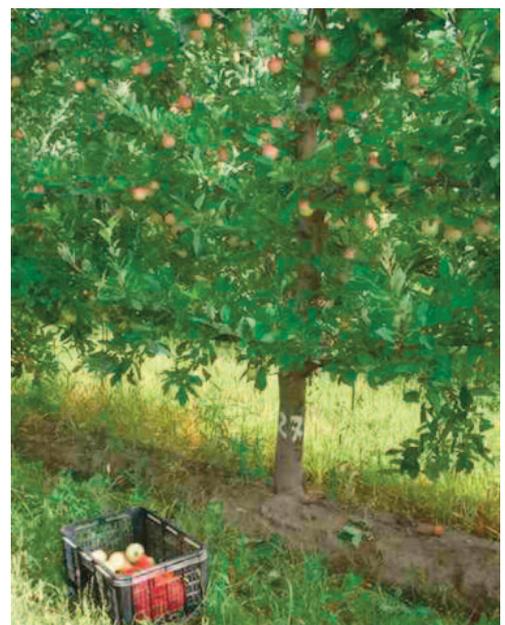


**Figura 1.** Temperaturas máximas y Heliofanía de los meses de septiembre-octubre del año 2007. Los datos corresponden a la estación meteorológica de la Universidad Nacional del Comahue, Río Negro, Argentina. Las aplicaciones se realizaron el 8, 18 y 22 de octubre.

y el resultado productivo (Dussi *et al.*, 2006; Dussi, 2010; Dussi, 2011; Dussi *et al.*, 2011). Los mayores efectos se logran con un raleo temprano en la estación de crecimiento ya que se estimula la división y alargamiento celular obteniendo frutos más grandes. Cuando más tardíamente se realiza el tratamiento menor es su efecto. La eliminación de frutos más chicos mejora el calibre por reducir la competencia y aumentar el desarrollo de los frutos persistentes evitando la presencia de frutos pequeños en la cosecha (Dussi *et al.*,

2004; Dussi *et al.*, 2009; Dussi & Sugar, 2011).

El raleo remueve parcialmente las fuentes de giberelinas (GA) que se sintetizan en las semillas, y que inhiben la formación de yemas de flor. De esta forma se reduce la alternancia o añerismo en frutales de pepita (Tromp, 2000). La eliminación de parte de las flores y los frutos logra aumentar el tamaño de los frutos restantes y la relación hoja-fruto que debería ser de 30 a 40 hojas·fruto<sup>-1</sup> (Westwood, 1993). También se mejora la exposición de los frutos a la luz; se reduce el



**Figura 8.** Parcela de manzanos cv. Royal Gala. **Figura 9.** Cosecha de los experimentos de la cv. Royal Gala.

**Tabla 1.** Efecto de la BA y ANA en el cuaje del fruto en manzanos cv. Royal Gala. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I		Experimento II	
	Frutos·cm <sup>-2</sup> ASR <sup>z</sup>	Frutos·100 ramilletes florales <sup>-1</sup>	Frutos·cm <sup>-2</sup> ASR <sup>z</sup>	Frutos·100 ramilletes florales <sup>-1</sup>
1. BA 100	3,70 ab	52,76 a	2,61 b	62,91 b
2. ANA 10	2,44 bc	35,37 b	1,72 bc	56,40 bc
3. ANA 10 + BA 50	2,30 c	33,93 b	1,63 bc	39,41 bc
4. ANA 10 + BA 75	1,97 c	29,33 b	1,08 c	25,55 c
5. ANA 10 + BA 100	1,97 c	26,62 b	1,31 bc	30,63 bc
6. Testigo	4,94 a	65,14 a	4,50 a	127,14 a
CV	36,65	32,26	53,29	53,49
P	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Valores con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ). Test LSD. ns: no-significativo. z: cuaje del fruto·cm<sup>-2</sup> Area Seccional de Rama. Covarianza: Densidad floral.

daño por enfermedades y plagas y se logra una mejor distribución del peso en la estructura del árbol (Dussi, 2008; Dussi, 2011).

En el raleo químico de manzanos puede utilizarse el ácido naftalen acético (ANA) en sus distintas formulaciones. El Carbaril es muy efectivo pero su uso está cuestionado en viarias áreas productoras de Europa debido a su toxicidad (Dussi, 2008). Otras estrategias de raleo con productos de bajo impacto ambiental incluyen la aplicación de compuestos que contienen 6-benciladenina (BA); este principio activo ha demostrado efectividad en el raleo en manzanos y perales (Dussi *et al.*, 1998, Dussi *et al.*, 2001; Dussi *et al.*, 2004; Dussi *et al.*, 2006; Dussi *et al.*, 2008, Dussi *et al.*, 2011; Yuan & Greene, 2000a; Yuan & Green, 2000b). Una de las respuestas a la aplicación de BA es su efecto positivo en el tamaño, peso, diámetro y longitud del fruto (Emongor & Murr, 1994; Dussi, 2011).

Las altas temperaturas luego de las aplicaciones de BA decrecen la fotosíntesis neta e incrementan la respiración oscura (Yuan & Greene, 2000a). Esto señala que las temperaturas durante y después de las aplicaciones de BA son un factor a considerar para obtener un raleo efectivo. Yuan & Greene (2000a; 2000b) sugieren que la BA ralea frutos de manzanos principalmente reduciendo los carbohidratos disponibles a los frutos en desarrollo. El momento en que ocurre la mayor frecuencia de abscisión “natural” de frutos en manzanos incide también en la efectividad del raleo (Striebeck *et al.*, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de diferentes fitohormonas con el fin de con-

trolar la fructificación en manzanos mediante programas de extinción de frutos utilizando productos de bajo impacto ambiental.

## 2. Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos utilizando plantas de manzanos cv. Royal Gala en plena producción ubicados en establecimientos comerciales del Alto Valle de Río Negro, Argentina (39° Latitud Sur). Las parcelas estaban situadas a 50 km de distancia la una de la otra.

El Experimento I estaba compuesto por plantas injertadas sobre el portainjerto M9 conducidas en espaldera a 4 m de distancia entre filas y 2 m de distancia entre plantas. En el Experimento II, las plantas estaban injertadas sobre el portainjerto M4 conducidas en espaldera con un distanciamiento de 4 m entre filas y 4 m entre plantas (Figuras 8 y 9).

En ambos ensayos se aplicaron los siguientes tratamientos: -1: Benciladenina (BA): 100 ppm cuando la media del diámetro del fruto (DF) era de 8 a 12 mm; -2: Acido Naftalen Acético (ANA) 10 ppm a 5 mm DF; -3: ANA 10 ppm a 5 mm DF + una aplicación de BA 50 ppm con DF de 8 a 12 mm; -4: ANA 10 ppm a 5 mm DF + una aplicación de BA 75 ppm con DF de



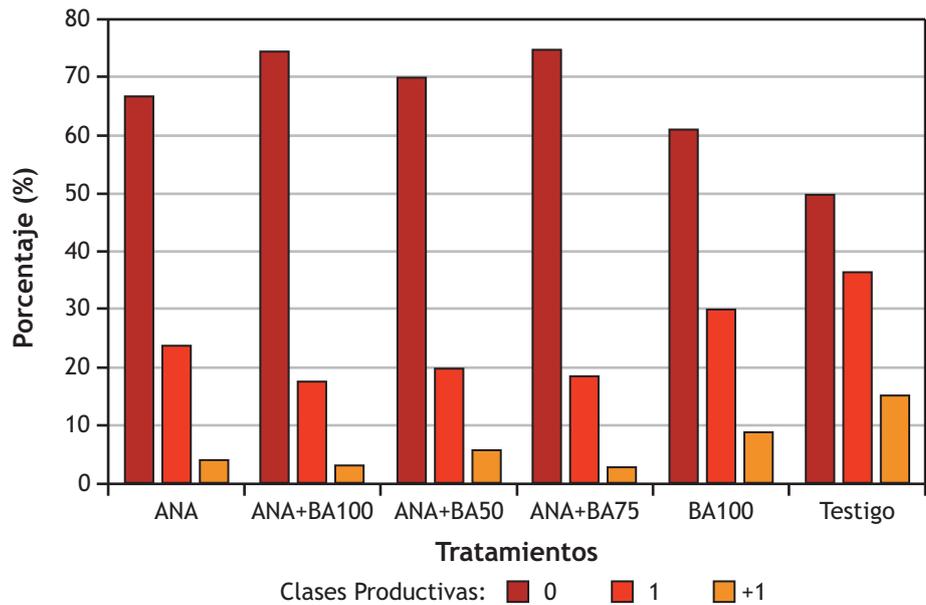
**Figura 10.** Aplicaciones de tratamientos con mochila a motor

8 a 12 mm; -5: ANA 10 ppm a 5 mm FD + una aplicación de BA 100 ppm con DF de 8 a 12 mm; -6: Testigo: raleo manual.

Para cada tratamiento en ambos experimentos, se tomaron seis árboles (repeticiones) de tamaño y carga frutal homogénea. En cada planta se seleccionaron dos ramas representativas en lados opuestos de la planta y se midió el Área de la sección transversal de la 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 con una mochila a motor

hasta el punto de goteo en cada repetición, utilizando un diseño totalmente aleatorizado, dejando dos plantas de bordura entre las plantas tratadas y una fila completa de bordura entre las filas tratadas (Figura 10). Las condiciones meteorológicas en los momentos de aplicación fueron de una alta heliofanía y temperaturas máximas sobre los 20 °C (Figura 1).

En noviembre, luego del *june drop* se contabilizaron los frutos persistentes en cada rama de cada planta. Estos datos se utilizaron para calcular: 1) La distribu-

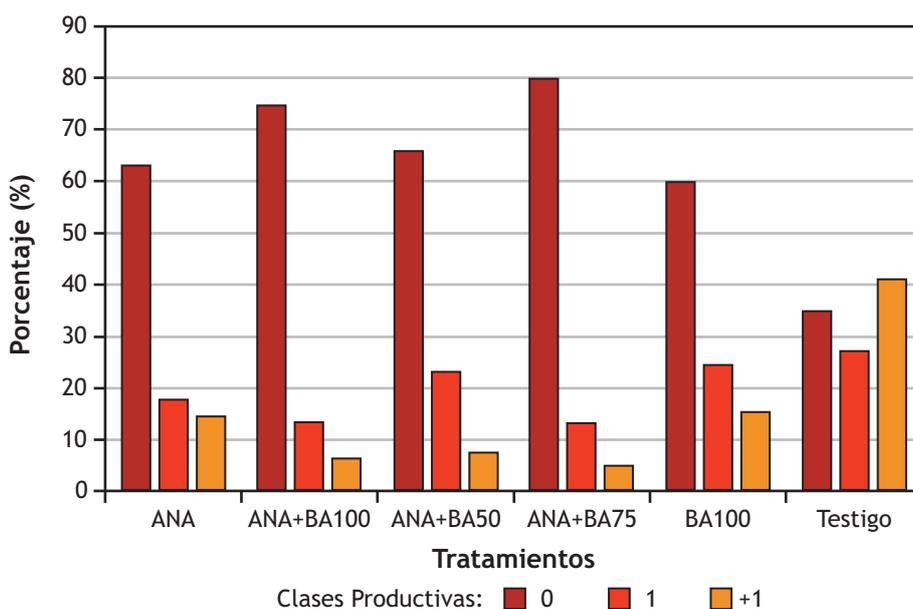


**Figura 2.** Efecto de la BA y el ANA en la distribución del cuaje en cada clase productiva en manzanos cv. Royal Gala (Test Chi-cuadrado: 338,78;  $P < 0,0001$ ;  $n = 5970$ ). Experimento I.

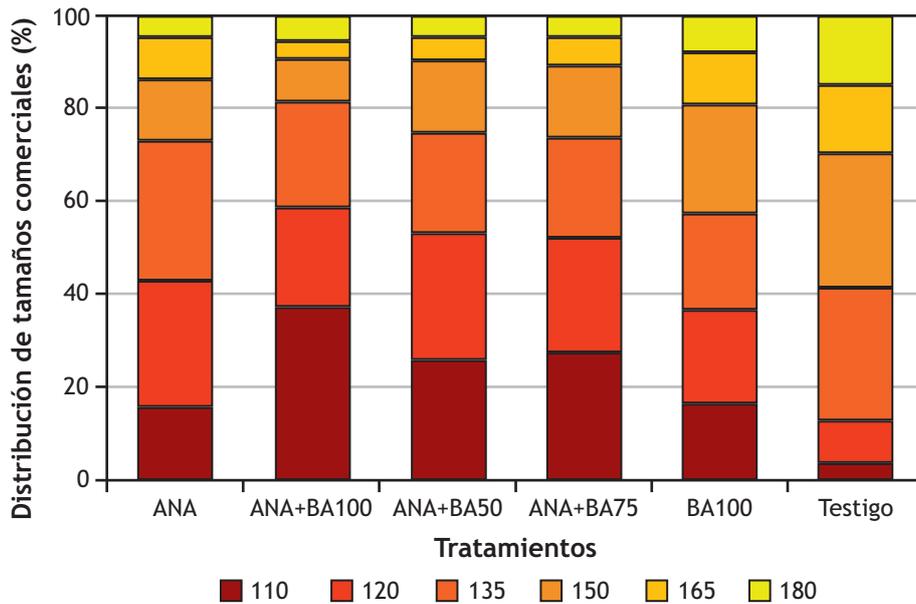
ción del cuaje: porcentaje de dardos donde cuajaron 0, 1 o +1 fruto (clases productivas); número de frutos cuajados por 100 ramilletes florales; número de frutos cuajados por ASR; y 2) La densidad floral: número de ramilletes por ASR. Luego de completar estas evaluaciones, se reguló la carga frutal mediante raleo manual, los frutos raleados manualmente se recolectaron en bolsas y se contaron. Con estos datos se calculó el número de frutos raleados manualmente por ASR.

En el momento de cosecha se recolectaron todos los frutos y se evaluó el peso, diámetro mayor, diámetro menor y longitud de cada fruto. Además, se realizó una clasificación de tamaños comerciales de acuerdo a una caja Mark IV de 18 kg.

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de Análisis de la Varianza (ANOVA) del paquete estadístico Statistica 8. Se consideró además incluir, como covariable para el análisis de las variables que describen el cuaje, a la densidad floral (Looney & McKellar, 1984). La distribución de frutos en cada clase productiva y la clasificación de tamaños comerciales se analizaron mediante el test Chi cuadrado. También



**Figura 3.** Efecto de la BA y el ANA en la distribución del cuaje en cada clase productiva en manzanos cv. Royal Gala (Test Chi-cuadrado: 605,29;  $P < 0,0001$ ;  $n = 4246$ ). Experimento II.



**Figura 4.** Efecto del raleo con BA y ANA en la distribución porcentual de los tamaños comerciales para la caja Mark IV (18,2 kg) en manzanos cv. Royal Gala. Experimento I (Test Chi-cuadrado: 259,63;  $P < 0,0001$ ;  $n = 1587$ ).

se ejecutó un ANOVA para cada una de las restantes variables: número de frutos raleados manualmente/ASR, peso, longitud y diámetro del fruto y relación longitud-diámetro (L/D). Las medias fueron separadas utilizando el test LSD (*least significant difference*). Se realizó un análisis de componentes principales considerando una matriz de correlación de las variables estudiadas para describir el comportamiento multivariado de las parcelas experimentales y de los tratamientos.

### 3. Resultados y discusión

En el experimento I todos los tratamientos que combinaron ANA con BA, aplicados cuando el diámetro del fruto era de 5 mm y entre 8 a 12 mm respectivamente, mostraron un efecto raleador. Los árboles tratados con BA a una dosis de 100 ppm obtuvieron un menor cuaje de frutos que el testigo pero no fueron estadísticamente distintos (Tabla 1). En el experimento II todos los tratamientos fueron efectivos en el raleo de frutos comparados con el testigo. La BA aplicada a una dosis de 100 ppm tuvo valores de raleo in-

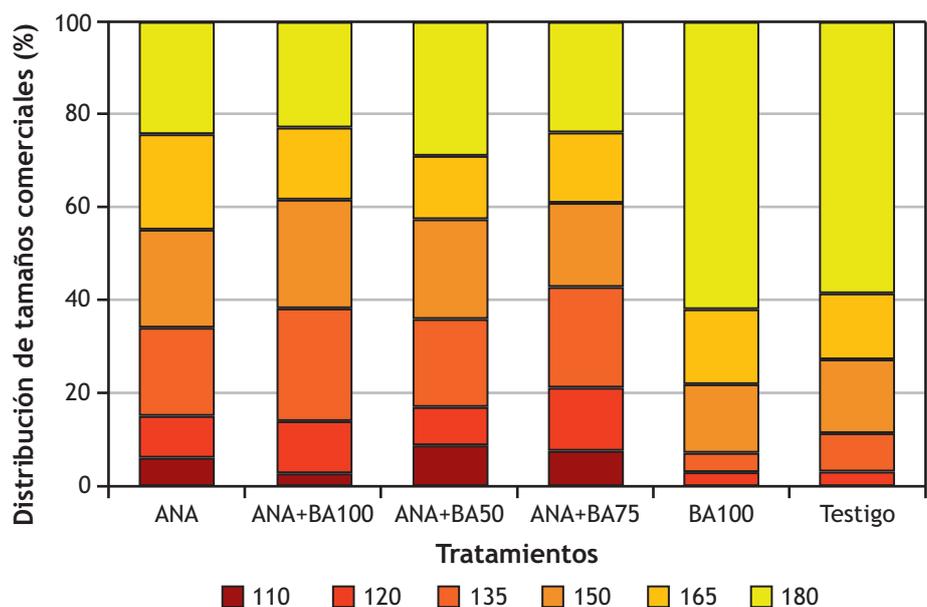
termedios y las combinaciones de ANA + BA75 fueron significativamente más efectivas (Tabla 1).

Combinaciones de ANA con BA, a la menor dosis, y ANA aplicado en forma individual representaron una alternativa efectiva para el raleo de Royal Gala, lo que implica menor costo de aplicación y menor impacto ambiental por la utilización de menos cantidad de producto. De acuerdo a Jones *et al.* (1998) la BA es un raleador efectivo si el ANA se utiliza como raleador primario.

En la distribución del cuaje en cada clase productiva de la parcela I se puede observar

que las combinaciones de ANA + BA utilizadas a distintas dosis, y la aplicación de ANA en forma individual, presentaron el menor número de ramilletes con uno o más frutos (Figura 2). Los árboles tratados con BA a 100 ppm presentaron más ramilletes sin frutos y menos con uno o más frutos comparado con el testigo.

En el experimento II, los árboles del tratamiento testigo presentaron un 39,16 % de dardos con más de un fruto, el resto de los tratamientos tuvieron menos del 20 % de los dardos con más de un fruto (Figura 3).



**Figura 5.** Efecto del raleo con BA y ANA en la distribución porcentual de los tamaños comerciales para la caja Mark IV (18,2 kg) en manzanos cv. Royal Gala. (Test Chi-cuadrado: 213,71;  $P < 0,0001$ ;  $n = 1159$ ). Experimento II.

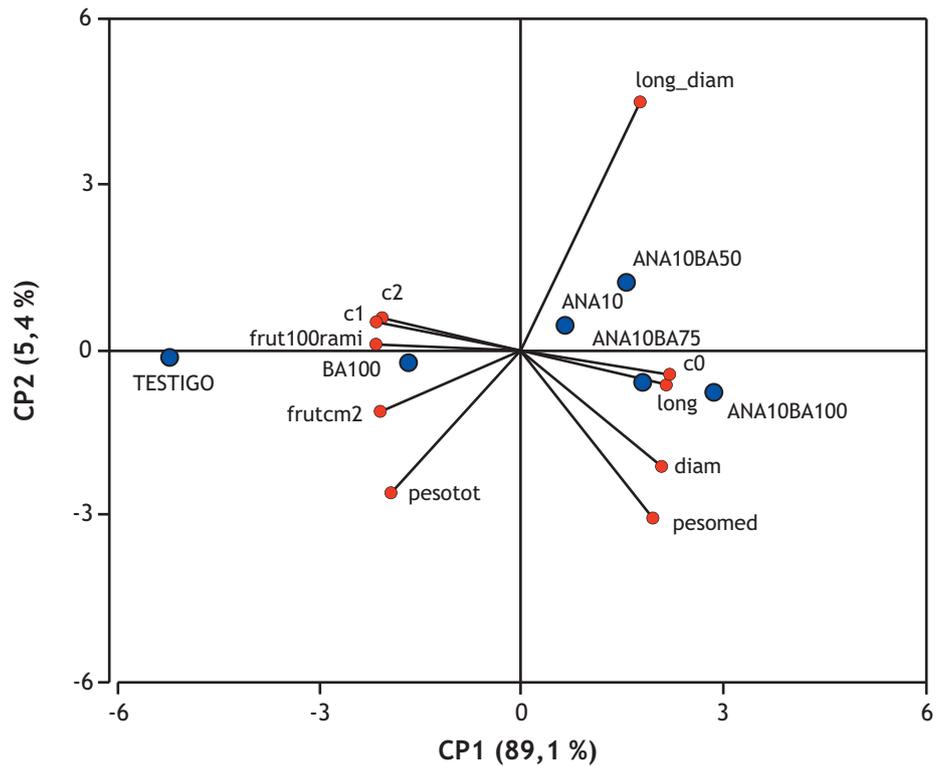
Dussi *et al.* (1998 y 2006) también observaron importantes diferencias en la distribución porcentual del cuaje en cada clase productiva al utilizar BA y ANA en manzanos cv. Royal Gala.

Cuando se realizó el “re-paso manual”, más frutos fueron raleados manualmente en el testigo con respecto a los demás tratamientos excepto en el tratamiento BA100 del experimento I demostrando que el raleo químico redujo el número de frutos que debían ralearse en forma manual (Tabla 2). En el tratamiento ANA + BA75 del experimento I se ralearon manualmente 76,56 % menos frutos respecto del testigo y un 89 % menos en el mismo tratamiento del experimento II. Para el tratamiento ANA + BA50 se ralearon manualmente 63,64 % y 77,98 % menos frutos con respecto al testigo para el experimento I y II respectivamente. Comparando estos últimos resultados con los de Dussi *et al.* (2006), se registraron mayores diferencias en la cantidad de frutos colectados a mano respecto al testigo.

**Tabla 2.** Efecto de la BA y ANA en la cantidad de frutos raleados manualmente en cada tratamiento en manzanos cv. Royal Gala. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I	Experimento II
	Frutos raleados manualmente ·cm <sup>-2</sup> ASR <sup>z</sup>	Frutos raleados manualmente ·cm <sup>-2</sup> ASR <sup>z</sup>
1. BA 100	1,46 ab	1,35 b
2. ANA 10	0,83 bc	0,71 bc
3. ANA 10 + BA 50	0,76 bc	0,48 c
4. ANA 10 + BA 75	0,49 c	0,24 c
5. ANA 10 + BA 100	0,92 bc	0,44 c
6. Testigo	2,09 a	2,18 a
CV	61,15	75,18
P	0,0031	0,0003

Valores con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes (P ≤ 0,05). Test LSD. ns: no-significativo. <sup>z</sup>: Frutos raleados manualmente ·cm<sup>-2</sup> Area Seccional de Rama.

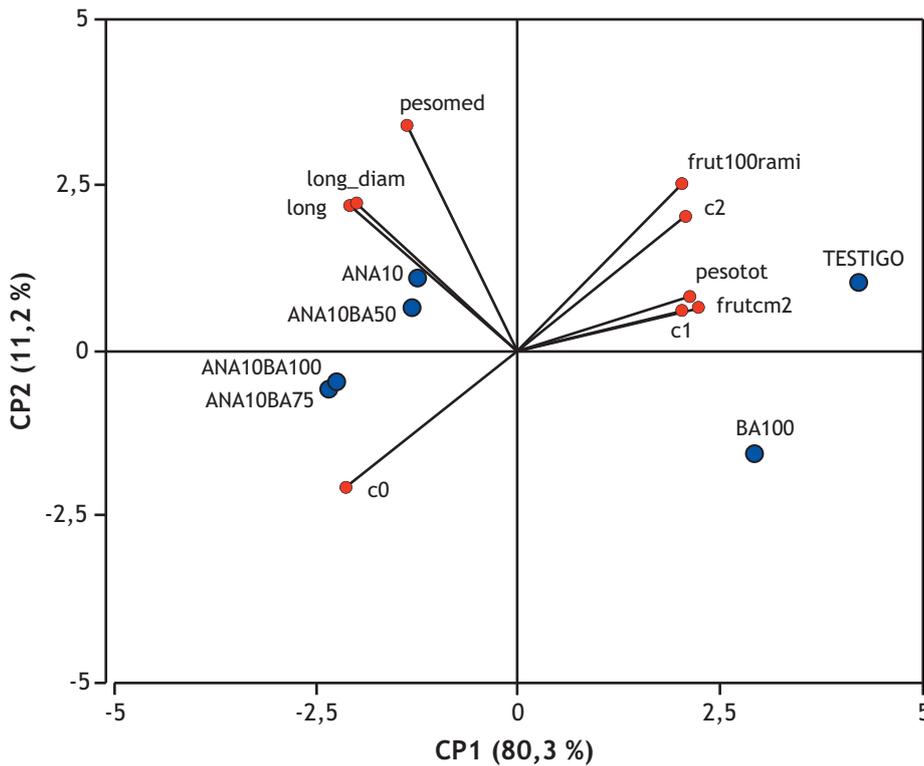


**Figura 6.** Análisis de componentes principales describiendo los tratamientos en manzanos cv. Royal Gala. Experimento I. c0, c1, c2: porcentaje de dardos donde el cuaje fue cero, uno, dos y más de dos frutos (clases productivas). frutcm2: frutos ·cm<sup>-2</sup> de ASR. frut100rami: frutos ·100 ramilletes florales<sup>-1</sup>. diam: diámetro del fruto. long: longitud del fruto. long\_diam: Relación longitud/diámetro. pesomed: Porcentaje de la producción con tamaño comercial 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3). pesotot: Producción total.

El aumento en el diámetro del fruto fue proporcional al de la longitud en todos los tratamientos, por lo tanto no se observaron deformaciones del fruto (Tabla 3). En general los frutos de los tratamientos con raleadores aumentaron su peso y esto es positivo ya que contribuye a la mayor calidad de los mismos. Emongor & Murr (1994); Elfving & Cline (1993) y Dussi *et al.* (2001, 2004 y 2006) también observaron un incremento en el peso del fruto al controlar la fructificación con raleadores en manzanos.

En el experimento I todos los tratamientos presentaron un alto porcentaje de tamaños de frutos grandes comparados con el testigo (Figura 4). Aunque el tratamiento de ANA aplicado en forma individual afectó el cuaje del fruto en similares proporciones a las combinaciones ANA + BA (Tabla 1), los tratamientos combinados tuvieron los frutos de mayor tamaño (Figura 4). La BA aplicada a 100 ppm no mostró un efecto raleador comparada con el testigo en el experimento I (Tabla 1) pero aumentó el tamaño de los frutos en el momento de la cosecha (Figura 4).

Los tratamientos combinados de ANA + BA tuvieron un cuaje y tamaño del fruto similar, por lo tanto la combinación de ANA + BA aplicada a 50 ppm es



**Figura 7.** Análisis de componentes principales describiendo los tratamientos en manzanos cv. Royal Gala. 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<sup>-2</sup> de ASR. frut100rami: frutos·100 ramilletes florales<sup>-1</sup>. diam: diámetro del fruto. long: longitud del fruto. long\_diam: Relación longitud/diámetro. pesomed: Porcentaje de la producción con tamaño comercial 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3). pesotot: Producción total.

una alternativa importante que logra reducir dosis de BA y obtener un buen efecto raleador. En el tratamiento ANA + BA a 100 ppm se observó el 81,38 % de los frutos con tamaños grandes (tamaños 110, 120 y 135).

En el experimento II todos los tratamientos excepto el de BA 100 ppm presentaron un mayor porcentaje de tamaños de frutos grandes comparados con el testigo (tamaños 110, 120 y 135). Los tamaños comerciales 110, 120 y 135 representaron un 42,85 % en el tratamiento ANA + BA75 (Figura 5). Al analizar el testigo, los frutos pequeños (150, 165 y 180) representaron aproximadamente un 60 y 90 % del total de los frutos cosechados para el experimento I y II respectivamente (Figura 4 y 5). Aunque la carga frutal se había ajustado con el raleo manual en noviembre, esto con-

firma la importancia de realizar un raleo químico temprano en la estación de crecimiento del fruto para llegar a la cosecha con un tamaño adecuado (Dussi, 2008; Dussi, 2011).

En el experimento I, los dos primeros componentes principales del análisis realizado por tratamiento explicaron el 93,5 % de la inercia total (el primer componente el 89,1 % y el segundo el 5,4 %) (Figura 6). Se observó una alta correlación de todas las variables analizadas con el primer componente (Tabla 4). En la Figura 6 se pueden observar los tratamientos en el primer eje, a la derecha todos los tratamientos que presentaron menor cuaje de frutos (menos frutos·cm<sup>-2</sup> de ASR y frutos·100 ramilletes florales<sup>-1</sup>), un alto porcentaje de dardos sin frutos y frutos más grandes. En el cuadrante opuesto se observa el tratamiento tes-

tigo y la BA aplicada a 100 ppm que alcanzaron un mayor cuaje, un mayor porcentaje de dardos con uno, dos y más de dos frutos y frutos más pequeños.

En el experimento II, los dos primeros componentes principales del análisis realizado por tratamiento explicaron el 91,5 % de la inercia total (el primer compo-

**Tabla 3.** Efecto del raleo en el peso del fruto y relación longitud/diámetro en manzanos cv. Royal Gala. Experimento I y II.

Tratamiento	Experimento I		Experimento II	
	Peso (g)	Longitud/Diámetro	Peso (g)	Longitud/Diámetro
1. BA 100	140,20 b	0,86	103,46 b	0,85
2. ANA 10	142,86 b	0,86	120,08 a	0,88
3. ANA 10 + BA 50	145,29 ab	0,87	119,51 a	0,73
4. ANA 10 + BA 75	147,60 ab	0,86	123,83 a	0,87
5. ANA 10 + BA 100	154,46 a	0,86	120,03 a	0,88
6. Testigo	128,24 c	0,85	107,33 b	0,86
CV	6,86	2,30	8,27	2,12
P	0,0025	ns	0,0038	ns

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

nente 80,3 % el segundo 11,2 %) (Figura 7); además, la correlación de todas las variables analizadas con el primer componente se muestra en la Tabla 4. Sobre el primer eje, a la izquierda de la Figura 7 se encuentran todos los tratamientos que tienen menor cuaje de frutos (menor número de frutos·cm<sup>-2</sup> de ASR y menor número de frutos·100 ramilletes florales<sup>-1</sup>), el mayor porcentaje de dardos sin frutos y frutos más grandes. El cuadrante opuesto muestra el tratamiento testigo y la BA aplicada a 100 ppm con un mayor cuaje de frutos, mayor porcentaje de dardos donde cuajaron uno, dos y más de dos frutos y frutos más pequeños.

#### 4. Conclusiones

- En manzanos cv. Royal Gala todos los tratamientos con ANA aplicados a 5 mm de diámetro del fruto más una aplicación de BA, cuando los frutos tenían de 8 a 12 mm de diámetro, fueron efectivos en el control de la fructificación.

- En general, los tamaños comerciales de los frutos de los manzanos tratados fueron mayores que los no tratados.

- Un raleo químico de frutos temprano en la estación de crecimiento reduce la cantidad de frutos raleados manualmente, por lo es probable que se reduzca el tiempo y la magnitud de la mano de obra empleada en el “repaso manual”.

**Tabla 4.** Correlaciones de los componentes principales con las variables analizadas en manzanos cv. Royal Gala.

Variables	Experimento I		Experimento II	
	CP1	CP2	CP1	CP2
C0	0,99	-0,05	0,93	-0,34
C1	-0,99	0,06	0,88	0,10
C2	-0,95	0,07	0,91	0,33
frutcm2	-0,96	-0,12	0,98	0,1
frut100rami	-0,99	0,01	0,89	0,41
diam	0,96	-0,23	-0,91	0,36
long	0,98	-0,07	-0,92	0,36
long_diam	0,8	0,51	-0,89	0,36
pesomed	0,9	-0,34	-0,61	0,55
pesotot	-0,89	-0,29	0,98	0,14

c0; c1; c2: porcentaje de dardos donde el cuaje fue cero, uno, dos y más de dos frutos (clases productivas); frutcm2: frutos·cm<sup>-2</sup> ASR; frut100rami: frutos·100 ramilletes florales<sup>-1</sup>; diam: diámetro del fruto; long: longitud del fruto; long\_diam: Relación longitud/diámetro; pesomed: kilogramos de manzanas (%) con tamaño 90, 100 y 110 (referido a la Figura 3) de cada tratamiento; pesotot: Kilogramos totales por tratamiento.

- Los tratamientos combinados de ANA más BA tuvieron un cuaje similar y un tamaño del fruto similar. Por lo tanto utilizar el ANA con BA a la menor dosis (50 ppm) representa una alternativa efectiva en el raleo de manzanos e implica menor costo de aplicación y posiblemente menor impacto ambiental por la utilización de dosis más bajas de producto.

- Programas para el control de la fructificación mediante el uso de fitohormonas como la BA y el ANA deberían ser considerados especialmente en producciones frutícolas sustentables.

#### 5. Bibliografía

- Dussi, M.C. 2008. Bioreguladores del crecimiento en fruticultura. I: raleo de flores y frutos. Revista Agrovalle. N°7. Pag. 7.
- Dussi, M.C. 2010. Capítulo 5: Crecimiento del fruto y raleo. Pág. 28-37. En: Pera Williams. Manual para el productor y el empacador. ISBN: 978-987-25872-0-8.
- Dussi, M.C. 2011. Sustainable use of plant bioregulators in pear production. Acta Hort. 909:353-367.
- Dussi M.C.; Sánchez, E. & Veronesi, A. 1998. Efecto del aclareo químico de frutos en cultivares de manzanos Fuji, Royal Gala y Red Delicious. ITEA 94:138-147.
- 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.; García, A. & Rojas, A.L. 2004. Efecto del raleo químico de frutos de manzanos cv. Galaxy. Publicación en CD. XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Villa de Merlo, San Luis Argentina.
- 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. 2008. Thinning programs in pears cv. Williams. Acta Hort. 800:119-129.
- Dussi, M.C.; Reeb, P.; Giardina, G.; Giménez, G.; Zon, K.; Gastiazoro, J.; Nichols, J.; Nyeki, J.; Szabó, Z. & Racskó, J. 2009. Raleo de manzanos con Benciladenina. Horticultura Argentina 28(67): 129.
- 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.

- Dussi, M.C & Sugar, D. 2011. Fruit thinning and fruit size enhancement with 6-Benzyladenine application to Williams pear. *Acta Hort.* 909:403-407.
- Elfving, D.C. & Cline, R.A. 1993. Cytokinin and ethephon affect crop load, shoot growth and nutrient concentration of Empire apple trees. *HortSci.* 28:1011-1014.
- Emongor, V.E. & Murr, D.P. 1994. Timing of benzyladenine application as a chemical thinner of Empire apple. *HortScience* 29:455.
- Fleckinger, 1955. *Phenologie et arboriculture fruitière.* Bon Jardinier, 1.
- Jones, K.; Bound, S. & Miller, P. 1998. Crop regulation of pome fruit in Australia. 36 pages. Tasmanian Institute of Agricultural Research.
- 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.
- Striebeck, G.; Dussi, M.C.; Giménez, G.; Gastiazoro, J.; Barnes, N.; Racskó, J. & Nyeki, J. 2008. Abscisión de flores y frutos en manzanos (*Malus domestica* Borkh.). *Horticultura Argentina* 27(64): 95.
- Tromp, J. 2000. Lower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. *Plant Growth Regulation.* Vol 31, N°1-2:27-34.
- Westwood, M.N. 1993. *Temperate-zone pomology and culture.* 3rd. edition. Timber Press, Portland, Oregon.
- 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.