



**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE  
CIENCIAS EXPERIMENTALES.**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO FIN DE CARRERA**

**ACLARANTES QUÍMICOS ALTERNATIVOS A LA AMIDA DEL  
ÁCIDO NAFTALEN ACÉTICO (ANAm) EN EL CULTIVO DEL  
NÍSPERO JAPONÉS**

**TITULACIÓN: INGENIERO AGRÓNOMO.**

**Directores:**

Julián Cuevas González

Juan José Hueso Martín

**Alumno:**

Santiago Pérez Castilla

**Almería, Abril de 2014**

## Agradecimientos

A Julián Cuevas y a Juan José Hueso tutores de este proyecto por su inestimable ayuda, paciencia y dedicación. Agradecer también a Virginia y Marisa su ayuda en la realización de este proyecto.

Gracias a la Fundación Cajamar “Las Palmerillas” por haberme permitido realizar este proyecto en sus instalaciones, así como agradecer a su personal su colaboración en la realización de los ensayos.

Gracias a todos esos amig@s y compañer@s de carrera que han hecho que estos años en Almería hayan sido tan buenos e inolvidables.

Y especialmente a mis padres, por brindarme la oportunidad de haber podido estudiar esta carrera universitaria. Así como a M<sup>a</sup> Isabel, por estar a mi lado y ayudarme en todo lo posible.

# ÍNDICE

---



**ÍNDICE**

Página.

**1. INTERÉS Y OBJETIVOS**

1.1. Origen y distribución.....	7
1.2. Economía de cultivo.....	8
1.3. Problemática del cultivo.....	14
1.4. Objetivos.....	17

**2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

2. 1. Biología, ecofisiología y ciclo anual del níspero japonés.....	18
2.2. Hábito de fructificación, cuajado y crecimiento de frutos.....	22
2.3. Costes del cultivo del níspero japonés.....	25
2.4. Objetivos y métodos del aclareo de estructuras reproductivas.....	28
2.5. Aclareo manual del níspero japonés.....	32
2.6. Aclareo químico: ventajas e inconvenientes.....	35
2.7. Aclareo químico en frutales de pepita.....	38
2.8. Tendencias en el aclareo químico.....	39
2.9. Productos químicos empleados para el aclareo.....	40
2.10. Aclareo químico con Metamitrona.....	42
2.11. Aclareo químico con 6-Benziladenina.....	44
2.12. Aclareo químico en níspero japonés.....	46

**3. MATERIAL Y MÉTODOS**

3. 1. Localización y caracterización de la parcela.....	52
3. 2. Clima.....	53
3.3. Descripción del suelo.....	54
3.4. Material vegetal.....	55
3.5. Diseño experimental y tratamientos.....	56
3.6. Análisis de residuo en frutos cosechados.....	58
3.7. Respuesta fotosintética del níspero a concentraciones crecientes de metamitrona.....	63

Aclarantes químicos alternativos a la ANAm en níspero.	Índice.
4. Procesado de datos.....	65
4.1. Tratamiento de los registros.....	65
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Cuajado de frutos.....	66
4.2. Producción y precocidad de la cosecha.....	73
4.3. Precocidad del fruto.....	76
4.4. Calidad del fruto.....	83
4.5. Estudio económico.....	93
4.6. Análisis de residuos en frutos cosechados.....	96
4.7. Respuesta fotosintética del níspero a concentraciones crecientes de metamitrona.....	96
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	100
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	102
<b>7. ANEJOS</b>	
7.1. Tratamientos fitosanitarios.....	112
7.2. Plan de fertilización anual.....	113
7.3. Análisis de agua.....	114
7.4. Análisis de residuo en fruto.....	115

---

---

**ÍNDICE DE FIGURAS.**

**Figura 1.1.** Distribución por países de la superficie (barra azul) y producción mundial (barra roja) de níspero japonés. Fuente: Lin (2007).

**Figura 1.2.** Principales países productores de níspero japonés. Fuente: Calabrese (2006).

**Figura 1.3.** Evolución de la superficie (ha) de níspero en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA, 2013.

**Figura 1.4.** Evolución de la producción (barra roja) y de los precios percibidos por los agricultores (línea azul) en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

**Figura 1.5.** Evolución del valor de la producción de níspero en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

**Figura 1.6.** Superficie y producción de níspero en Andalucía en 2011. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

**Figura 1.7.** Evolución semanal del precio del níspero de categoría I durante la campaña 2011-2012. Fuente: Observatorio de precios y mercados (Junta de Andalucía) (2013).

**Figura 1.8.** Evolución del precio del níspero por categorías en la campaña 2011-2012. Fuente: Hercofrut (Almuñécar, 2012).

**Figura 2.1.** Detalle de la emisión de sierpes por parte del patrón de menbrillo a la izquierda y a la derecha porte del cultivar “Algerie”.

**Figura 2.2.** Ciclo anual del níspero japonés cv. “Algerie” en la costa de Almería (Fuente: Gavilán, 1998).

**Figura 2.3.** Estados fenológicos tipo del níspero japonés. A: Yema de Verano. B: Hinchamiento de la yema. C: Formación de la inflorescencia. D: Botones florales. E: Botón blanco. F: Primera flor. F<sub>2</sub>: Plena floración. G: Caída de pétalos. H: Cuajado. I: Fruto tierno. Fuente: Cuevas et al. (1997).

**Figura 2.4.** Detalle de una inflorescencia del níspero japonés cv. “Algerie”. A la derecha, sección longitudinal de una flor de níspero japonés. (Fuente: Adaptado de McGregor, 1976).

**Figura 2.5.** Aclareo de flores en plena floración (estado fenológico F<sub>2</sub>).

---

---

Inflorescencia en plena floración antes del aclareo (izquierda). Inflorescencia después del aclareo dejando tres ramificaciones basales (derecha).

**Figura 2.6.** Frutos cuajados después del aclareo de flor.

**Figura 2.7.** Resultado del tratamiento aclareo manual tras el derribo de frutos.

**Figura 2.8.** A la derecha formula química del Acido naftalén acético y a la izquierda Naftalén acetamida. Fuente: Gil-Albert (1997).

**Figura 2.9.** Formula química de la metamitrona. Fuente: <http://www.agropages.com/agrodata/Detail-2957.htm>.

**Figura 2.10.** Moderada fitotoxicidad en hoja de manzano 15 días después del tratamiento con metamitrona. Fuente: Dorogoni (2007).

**Figura 3.1.** Vista aérea de la Estación Experimental de la Fundación Cajamar “Las Palmerillas”. Fuente: SIGPAC. En el rectángulo se aprecia la parcela en estudio.

**Figura 3.2.** Vista de la parcela de ensayo.

**Figura 3.3.** Vista del tanque evaporimétrico clase A utilizado para la programación del riego.

**Figura 3.4.** Distribución de la parcela y selección de árboles muestreados.

**Figura 3.5.** Panícula del tratamiento Metamitrona en valoración del C.I.

**Figura 3.6.** Frutos recolectados a pie de árbol y balanza para medir producción.

**Figura 3.7.** Balanza y calibre con el que se midieron los frutos.

**Figura 3.8.** Determinación de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  con colorímetro digital.

**Figura 3.9.** Material utilizado para la valoración acidez y refractómetro digital.

**Figura 3.10.** Recogida de los ramos marcados y frutos clasificados por tratamientos.

**Figura 3.11.** Recepción de las muestras en Sanidad Vegetal de la Mojonera.

**Figura 3.12.** Aplicación de los tratamientos de Metamitrona y aparato de medida.

**Figura 3.13.** Partes del aparato de medida CIRAS-2.

**Figura 4.1.** Cuajado inicial de frutos (frutos/panícula). Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.2.** Diámetro ecuatorial del fruto de mayor desarrollo valorado en cuajado inicial. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.3.** Cuajado final de frutos (frutos/panícula) entre los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

---

**Figura 4.4.** Diámetro ecuatorial del fruto de mayor desarrollo valorado en cuajado inicial. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.5.** Representación porcentual de la cosecha recolectada en cada pasada.

**Figura 4.6.** Función de producción acumulada y fecha de plena recolección.

**Figura 4.7.** Porcentaje de cosecha recolectada antes del 15 de abril en función de los tratamientos de aclareo aplicados.

**Figura 4.8.** Sólidos solubles totales ( $^{\circ}$ Brix) de los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.9.** Acidez ( $\text{g ácido málico/L}^{-1}$ ) de los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.10.** Parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  de los frutos en ramos cosechados el 18/04/2013. Valor medio y error estándar.

**Figura 4.11.** Peso del fruto (g) para los distintos tratamientos de aclareo. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.12.** Calibre (mm) medido en la zona ecuatorial del fruto para los distintos tratamientos de aclareo. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.13.** Distribución por categorías comerciales (%), según la clasificación por calibres (MAPA 1990).

**Figura 4.14.** Parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  de los frutos en la pasada más representativa. Valor medio y error estándar.

---



**Figura 4.15.** Contenido en sólidos solubles totales expresados en ° Brix de las muestras de fruta de los diferentes tratamientos de aclareo en la pasada más representativa. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.16.** Contenido en acidez expresada en g de ácido málico·L<sup>-1</sup> de las muestras de fruta de los diferentes tratamientos de aclareo en la pasada más representativa. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

**Figura 4.17.** Número de semillas de los distintos tratamientos de aclareo.

**Figura 4.18.** Respuesta de la fotosíntesis en hojas de níspero “Algerie” sometidas a diferentes concentraciones de metamitrona. Valor medio y error estándar.

---

## ÍNDICE DE CUADROS

**Cuadro 1.1.** Clasificación comercial, por calibre, de los frutos de níspero japonés en España. Fuente: BOE (1987).

**Cuadro 2.1.** Costes de producción en níspero japonés cv. “Algerie” para una plantación de 1ha con una producción de 24.926 kg·ha<sup>-1</sup>. (Fuente: Caballero y Fernández, 2004).

**Cuadro 2.2.** Factores de la parcela que afectan al aclareo químico. (Williams y Edgerton, 1981).

**Cuadro 2.3.** Factores que aumentan o disminuyen la intensidad de aclareo. (Westwood, 1982).

**Cuadro 4.1.** Producción por pasadas (kg·árbol<sup>-1</sup>) para los distintos tratamientos de aclareo. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey p≤0.05).

**Cuadro 4.2.** Parámetros necesarios para la fecha de plena recolección para los tratamientos.

**Cuadro 4.3.** Precio medio del Kg de fruta para cada tratamiento y rendimiento económico bruto para una superficie de 1ha aplicando cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 4.4.** Resultado del análisis de residuos en frutos.

**Cuadro 7.1.** Calendario de tratamientos fitosanitarios en níspero japonés.

---

# INTERÉS Y OBJETIVOS

---



## 1. INTERÉS Y OBJETIVOS

### 1. 1. Origen y distribución.

El níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) es un frutal subtropical, perteneciente a la familia de las Rosáceas. Los inicios de su cultivo datan de hace más de 2000 años (Lin et al., 1999).

En el año 1926, el botánico ruso Vavilov Ivanovic publicó el texto *Centres of origin of cultivated plants* en el que escribió ocho centros genéticos con fuerte concentración de plantas de interés agrícola. Uno de estos centros genéticos se encuentra en el sur de China, en el valle del río Daduhe con una climatología monzónica. Este es el lugar donde se originó el níspero japonés (Zhang et al., 1990). Desde China se extendió a Japón, donde se describió ya en 1180. Históricamente, el níspero se cultivaba como especie ornamental, de esta forma fue como se introdujo en Europa, en 1784, en los Jardines Nacionales de París y más tarde en el Jardín Botánico de Kew, Inglaterra (Lin et al., 1999). Una vez introducido en Europa, se extendió rápidamente por la Cuenca Mediterránea. En España fue introducido por los marinos mercantes en la zona de Sagunto, desde donde se expandió por el este y sudeste de la Península Ibérica (Rodríguez, 1983). En el siglo XIX, se seleccionaron árboles de níspero que producían frutos de mayor tamaño y mejor sabor, aptos para su consumo, lo que permitió el cultivo de la especie en toda el área mediterránea, donde se adaptó muy bien a zonas tradicionalmente de cultivo de cítricos (Llácer et al., 1995).

El níspero, hoy en día, se cultiva en áreas localizadas entre el paralelo 25° y 38° norte y sur. Por tanto, en una franja del mundo relativamente estrecha. Tres son las zonas más importantes: China, Japón y el Mediterráneo. Entre los primeros países que se interesaron por el cultivo intensivo de este frutal se encuentran Italia, Argelia y España. En 1970 surgió en España un nuevo interés sobre el cultivo del níspero japonés. Se importaron variedades de toda la Cuenca Mediterránea y de países asiáticos y se seleccionaron en base a la adaptación al medio ambiente español de la zona de cultivo y a la calidad comercial del fruto (Calabrese, 2006).

## 1.2. Economía de cultivo.

Actualmente, el cultivo del níspero japonés se ha extendido en todo el mundo, tanto por su valor ornamental como por sus apreciados frutos. El níspero se cultiva principalmente en China, Japón, India, Pakistán, países mediterráneos (España, Portugal, Turquía, Italia, Grecia, Israel), Estados Unidos (California y Florida), Brasil, Venezuela, y Australia (Fig. 1.1). Según Lin (2007), China, además de ser su país de origen, es el mayor productor mundial (Fig. 1.2). En los últimos diez años China ha duplicado su superficie de cultivo y su producción, alcanzando 118.270 ha cultivadas y 453.600 t anuales. Otros países con una superficie cultivada importante son España, Japón y Pakistán (Fig.1.2). En lo que a producción se refiere, destacan los elevados rendimientos alcanzados por España.

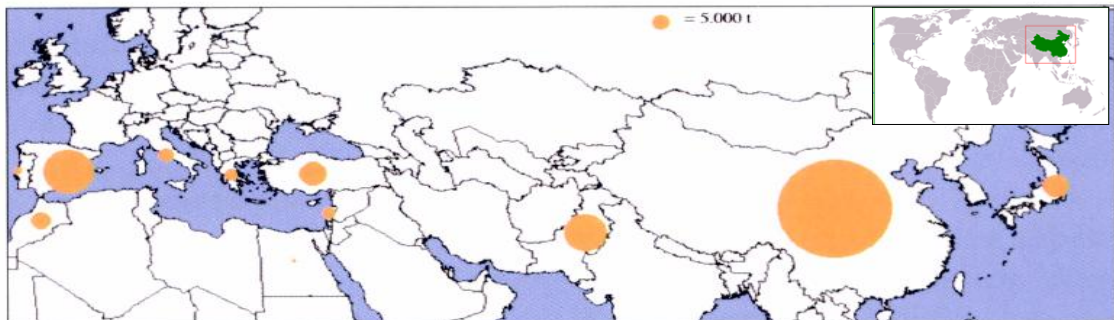


Figura 1.1. Principales países productores de níspero japonés. Fuente: Calabrese (2006).

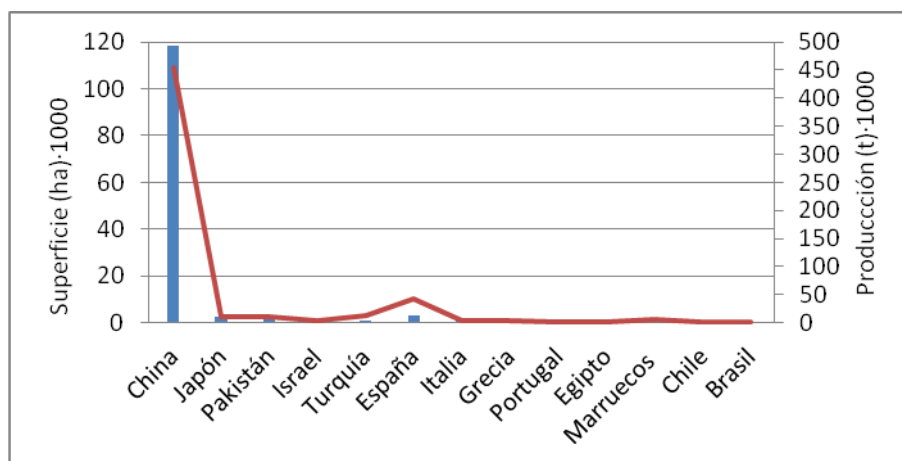


Figura 1.2. Distribución por países de la superficie (barra azul) y producción mundial (barra roja) de níspero japonés. Fuente: Lin (2007).

España es el segundo país productor después de China (Lin, 2007). Las exportaciones españolas representan el 84% del comercio internacional. La comercialización internacional del níspero sólo representa un 7,4% del total de la producción mundial (Caballero y Fernández, 2004). El cultivo del níspero en España se realiza principalmente en huertos familiares con altas densidades de plantación. La producción es de alta calidad, de acuerdo con la demanda del mercado, lo cual requiere grandes inversiones. El coste de mano de obra representa el 75% de los costes totales del cultivo (Caballero y Fernández, 2004). Aunque algunos agricultores comercializan su propia producción, la mayoría de los productores están asociados mediante cooperativas. Los agricultores llevan el producto a las cooperativas ya clasificado y empaquetado. Una vez en las cooperativas el producto es examinado y reclasificado para cumplir con los estándares de calidad.

A finales del siglo pasado, surgió un nuevo interés en España sobre este cultivo que contribuyó decisivamente al desarrollo del mercado internacional, sobre todo europeo. Actualmente el cultivo del níspero, junto a otros cultivos subtropicales, se presenta como una alternativa de diversificación de cultivos en zonas costeras donde el clima es más benigno. Entre estas zonas podemos destacar el campo almeriense, donde se producen los nísperos más precoces de España (Hueso et al., 2003).

La producción española alcanzó en 2011, 28.812 t obtenidas en una superficie de cultivo de 2.619 ha (MAGRAMA, 2013), esto nos convierte en el segundo país productor, siendo el principal exportador de níspero a nivel mundial. Esta producción se concentra en las Comunidades Autónomas de Valencia y Andalucía. La Comunidad Valenciana es la principal productora con 16.265 t, seguida de Andalucía con 11.873 t. Dentro de la Comunidad Valenciana la principal región productora se encuentra en Alicante, mientras que en Andalucía la producción se concentra en Málaga y sobre todo Granada (MAGRAMA, 2013). La superficie de níspero japonés en España se ha mantenido alrededor de las 3.000 ha en la última década, aunque se observa un ligero descenso en los últimos años (Fig. 1.3).

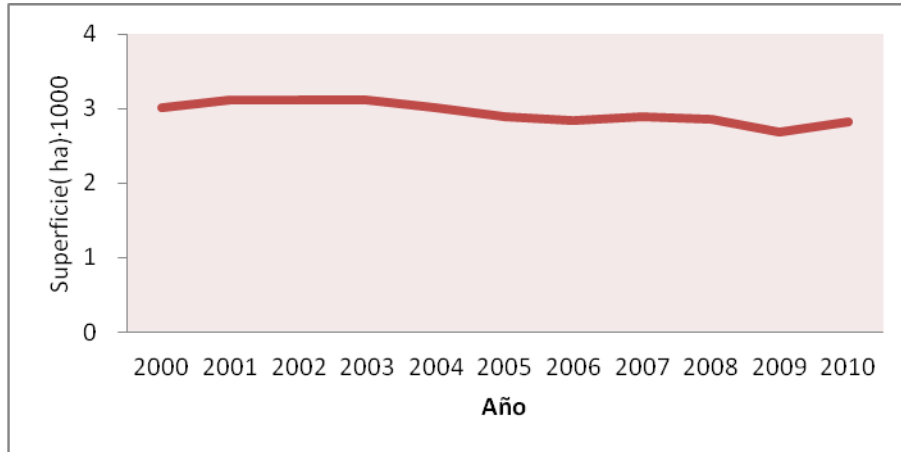


Figura 1.3. Evolución de la superficie (ha) de níspero en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

Como muestra la Fig. 1.4 la evolución de la producción de níspero japonés desde el año 2000 en España ha sido, en general, decreciente, alcanzándose la máxima producción en este mismo año. Respecto a los precios percibidos por los agricultores, se produjeron dos caídas de precios bastante acusadas en 2000 y 2006. Los precios más bajos se obtuvieron en 2006 (63,8 €/100 kg), mientras que los más altos se alcanzaron en 2007 (124,1 €/100 kg).

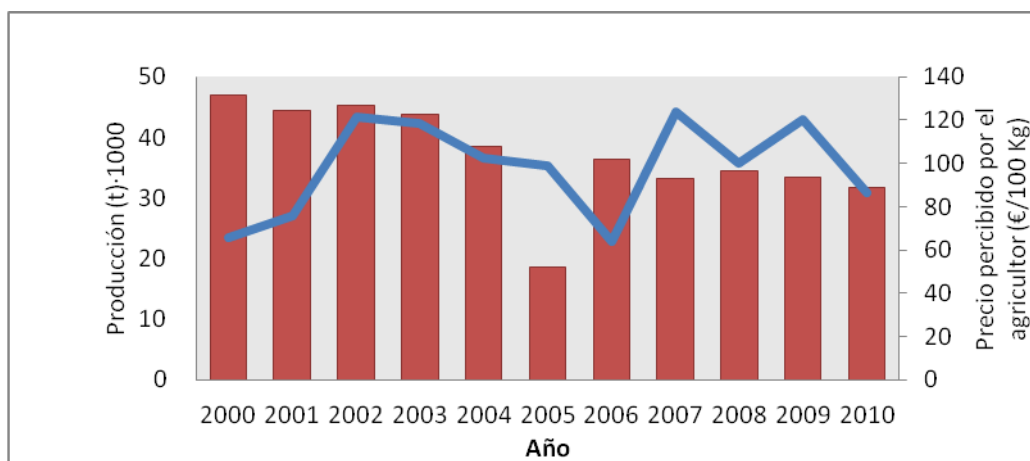


Figura 1.4. Evolución de la producción (barra roja) y de los precios percibidos por los agricultores (línea azul) en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

El valor de la producción sigue una tendencia fluctuante, alcanzando el máximo valor de la producción en 2002 con 54,9 miles de euros y con un valor mínimo en 2005 con 18,4 miles de euros (Fig. 1.5).

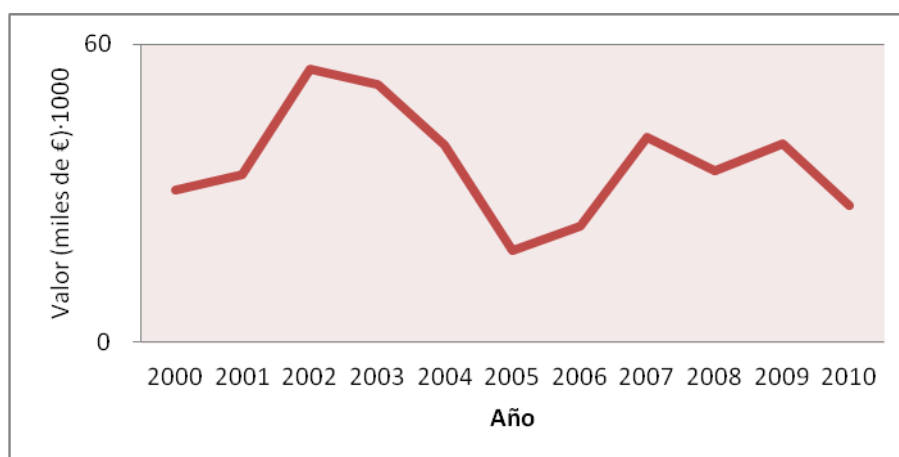


Figura 1.5. Evolución del valor de la producción de níspero en España desde 2000 hasta 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

En Andalucía, las plantaciones aumentaron considerablemente entre los años 1986 y 1993, pasando de 603 ha en el año 1986 a 940 ha en el año 1993, lo que supuso un incremento del 55%. Este incremento no ha sido constante ya que en los años 87 y 88 disminuyeron sobre todo en las zonas de Almuñécar, Jete y Otívar, creciendo nuevamente a partir del año 1989 (Cabezas, 1993). En la actualidad, las zonas productoras se sitúan en las depresiones litorales de Vélez-Málaga y Málaga y en los regadíos de los valles de Motril y Almuñécar. En los últimos años, Andalucía emerge como una zona pujante con un rápido desarrollo del cultivo y producciones más precoces que amenazan la primacía de la Comunidad Valenciana. Granada es la provincia andaluza con mayor superficie cultivada con 812 ha. A continuación le sigue Málaga con 505 ha. En Almería, la superficie de cultivo es bastante reducida, aproximadamente 19 ha (Fig.1.6).



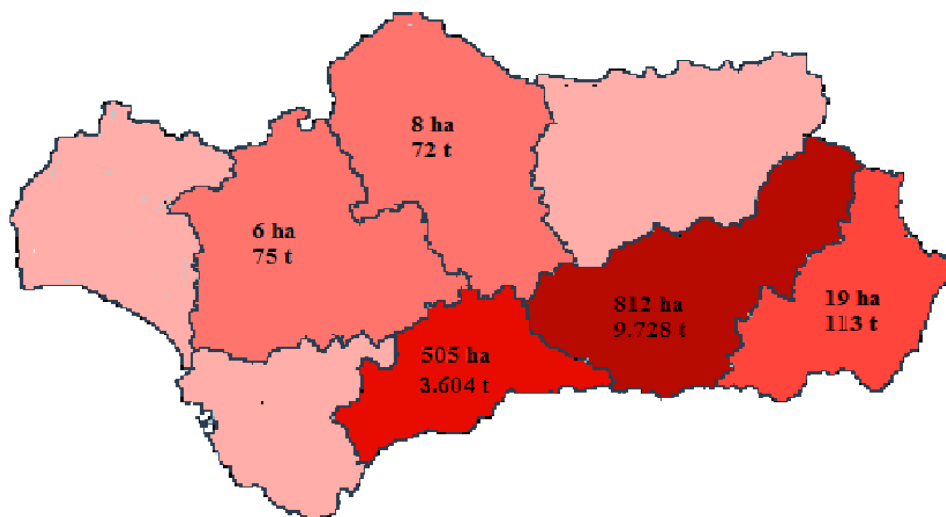


Figura 1.6. Superficie y producción de níspero en Andalucía en 2010. Fuente: Anuario de Estadística, 2011. MAGRAMA (2013).

A pesar del elevado número de variedades de níspero japonés existentes, las de mayor difusión en España son ‘Golden Nugget’, ‘Algerie’, ‘Tanaka’ y ‘Magdal’. En Andalucía, la variedad más importante del níspero japonés (80% de la producción) es ‘Golden Nugget’ procedente de California (Caballero y Fernández, 2004). El cultivar ‘Algerie’, que como su nombre indica es oriundo de Argelia, y representa el 95% de la producción alicantina (Caballero y Fernández, 2004).

En España, el valor económico de este cultivo radica en su fecha de maduración. Los frutos del níspero maduran desde marzo hasta la primera mitad de junio, apareciendo en el mercado como la primera fruta de temporada en primavera. Debido a su floración otoñal y fructificación invernal está circunscrito a zonas de inviernos cálidos, donde su cultivo es una alternativa frutal interesante gracias a que la precocidad de sus frutos permite obtener altos precios para su producción (Rodríguez, 1983).

Los mejores precios se alcanzan en las primeras semanas de entrada del producto al mercado, por lo que la precocidad de la cosecha es fundamental para conseguir ingresos. La evolución de los precios presenta una tendencia decreciente marcada a lo largo de la campaña debido fundamentalmente al incremento de la oferta de níspero y a la aparición en el mercado de otros frutos de temporada (Fig. 1.7).

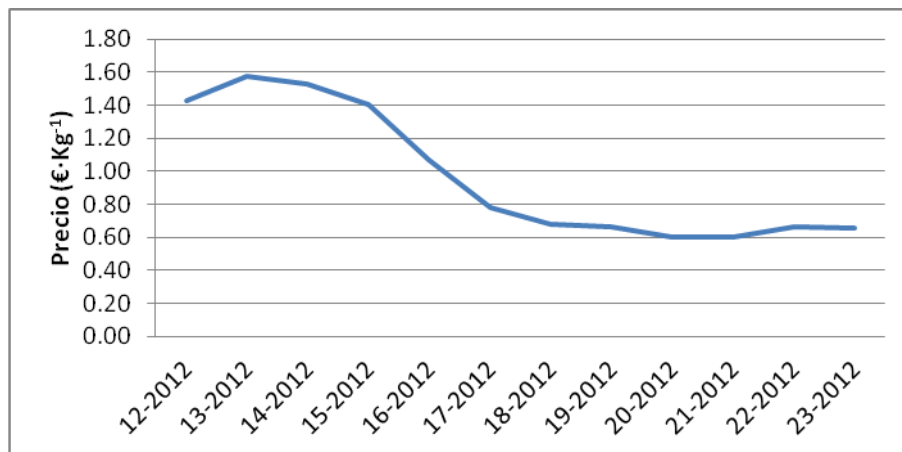


Figura 1.7. Evolución semanal del precio del níspero de categoría I durante la campaña 2011-2012. Fuente: Observatorio de precios y mercados (Junta de Andalucía) (2013).

Otro aspecto determinante en el cultivo del níspero japonés es el calibre del fruto, ya que a mayor calibre de éste mayor precio se obtendrá (Fig. 1.8). El calibre se determina mediante el diámetro máximo de la sección ecuatorial del fruto, agrupándolos en categorías (MAPA, 1990) (Cuadro 1). En España, existen las siguientes categorías comerciales: Extra, categorías “I”, “II” y “III”, de acuerdo a la calidad, forma, desarrollo y, coloración típica de la variedad (BOE, 1987).

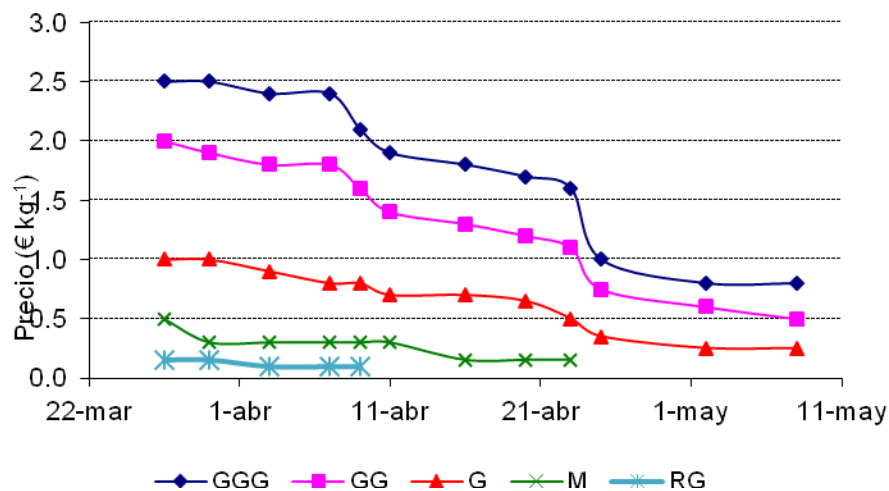


Figura 1.8. Evolución del precio del níspero por categorías en la campaña 2011-2012. Fuente: Hercofrut (Almuñécar, 2012).

Cuadro 1.1. Clasificación comercial, por calibre, de los frutos de níspero japonés en España. Fuente: M.A.P.A (1990).

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Identificación del calibre</b>
<b>De 53 mm o mayor</b>	<b>GGG</b>
<b>De 46 mm incluidos a 53 excluidos</b>	<b>GG</b>
<b>De 39 mm incluidos a 46 excluidos</b>	<b>G</b>
<b>De 32 mm incluidos a 39 excluidos</b>	<b>M</b>
<b>De 25 mm incluidos a 32 excluidos</b>	<b>P</b>

### 1.3. Problemática del cultivo.

El níspero es una alternativa de cultivo con precios muy interesantes en zonas precoces como las costas de Almería, Granada y Málaga. Como ya se ha comentado, esto es debido a que aparece en el mercado al inicio de la primavera cuando hay poca oferta de otras frutas de estación y buenas perspectivas de consumo tras el invierno. A pesar de las cifras que anteceden, el cultivo del níspero presenta obvias dificultades que limitan su difusión, siendo los elevados costes de producción el principal factor limitante. Para conseguir una mayor rentabilidad del níspero es necesario, pues, reducir los costes de producción, en particular los de mano de obra, mejorar los rendimientos, la calidad de la cosecha y ampliar la oferta con producciones más precoces (Cuevas et al., 2003).

El níspero japonés es un frutal de pepita que florece profusamente en panículas terminales. Aunque el porcentaje de cuajado final que alcanza es bajo, nunca superior al 10% de las flores, el tamaño que alcanza el fruto en estas condiciones es demasiado pequeño desde un punto de vista comercial (Gariglio et al., 2002; Cuevas et al., 2004). Como en otras muchas especies frutales, en el níspero japonés existe una relación inversa entre el número de frutos producidos por árbol y el tamaño individual del fruto. Por esta razón, para intentar aumentar el tamaño individual del fruto, procedemos a eliminar un porcentaje de ellos (Agustí et al., 2000). De aquí que

el aclareo de la fruta sea una práctica necesaria para conseguir un producto de calidad comercial. Sin embargo, el porte de los árboles y el elevado número de panículas florales por árbol implican que dicho aclareo precise de gran cantidad de mano de obra (Caballero y Fernández, 2004).

Lo que verdaderamente eleva los costes unitarios de la producción del níspero japonés, por encima de los de cualquier frutal, son las operaciones culturales de aclareo y recolección, ambas manuales y muy minuciosas. El importe de mano de obra supone el 75% de los coste totales (Caballero y Fernández, 2004), lo que hace que la expansión de cultivo no se lleve hasta los niveles que permite el mercado. Además no es fácil encontrar mano de obra especializada. De hecho, esta carencia condiciona incluso el dimensionamiento de las parcelas, muy reducidas y familiares, porque el uso de mano de obra familiar ha sido hasta ahora el recurso más utilizado para obviar su carestía. En el caso de la recolección no se vislumbra otra mejora que la de utilizar patrones poco vigorosos y sistemas de formación que limiten la altura de árbol, consiguiendo así que los frutos estén al alcance de la mano de los cogedores desde el suelo (Caballero, 1993).

El aclareo de frutos se ha practicado en los cultivos frutales durante miles de años. La presencia de demasiados frutos en el árbol además de afectar negativamente al tamaño del fruto disminuyéndolo, provoca rotura de ramas y agotamiento de las reservas del árbol. En algunas especies, además una fructificación abundante puede inhibir parcial o totalmente la iniciación del botón floral reduciendo la floración de retorno (Dennis, 2000), aunque esto no sucede en el caso del níspero.

El aclareo debe ajustar el nivel de carga de modo que el incremento de la calidad del fruto en tamaño y precocidad compense económicamente la pérdida de producción que supone. En el níspero cv. Algerie el equilibrio producción-calidad es óptimo con cuatro o cinco frutos por panícula (Cuevas, et al., 2003). Este equilibrio se alcanza eliminando el exceso de frutos. El aclareo de estructuras reproductivas ya sean botones florales, flores y/o frutos se realiza en níspero japonés con el objetivo de incrementar el tamaño del fruto, aunque la mejora en la relación fuente (hojas) / sumidero (fruto) conseguida tras el aclareo repercute también en una mejora de la precocidad (Cuevas et al., 2001).

La práctica habitual en níspero es realizar un aclareo de frutos a finales de enero cuando el riesgo de heladas es bajo. En zonas libres de heladas, se realiza previamente un aclareo manual de flores, en plena floración. Éste consiste en la eliminación de los dos tercios superiores de la panícula, dejando las dos ramificaciones basales. Esta práctica anticipa y mejora el tamaño de fruto pero sigue siendo gravosa. Un procedimiento alternativo es el aclareo químico con la amida del ácido naftalén acético (ANAm) aplicado al final de floración. Este procedimiento es mucho más económico que el aclareo manual. El aclareo químico permite mejorar la rentabilidad tres aspectos fundamentales. En primer lugar, el coste de ejecución es muy inferior. En segundo lugar, las fincas pueden aumentar sus dimensiones al romper la dependencia de la mano de obra familiar. En tercer lugar, dado el carácter selectivo y temprano, se producen menores pérdidas de cosecha con una calidad elevada y una mayor precocidad.

El empleo de auxinas en el aclareo químico produce un incremento medio del diámetro del fruto, mejora la precocidad, la concentración de sólidos solubles totales y la coloración (Gariglio et al., 2000). A pesar de que el aclareo químico con la ANAm es muy eficaz y confiable, presenta como inconveniente que su uso no se encuentra aún regulado y presenta una variable tasa de aclareo (heterogeneidad) dentro de los árboles (Cuevas et al., 2004). En cualquier caso y mientras esta regulación se produce, hay una necesidad de buscar agentes químicos que satisfagan las necesidades de agricultores, fabricantes y de la sociedad (Wertheim, 2000). Actualmente se evalúan varios aclarantes químicos de flores como algunas citoquininas, como la 6-Benziladenina (Milic, 2012). Por otra parte, la metamitrona, aunque actualmente registrada como herbicida, ha sido propuesta recientemente por el Grupo EUFRIN como una molécula con alto potencial para controlar la carga frutal. Este herbicida de uso común reduce la fotosíntesis y aumenta con ello la caída natural de los frutos a dosis bajas. (Dorigoni et al., 2007).

**1.4. Objetivos.**

En función de la información antes expuesta, en este proyecto fin de carrera se plantea como objetivo general encontrar aclarantes alternativos a la ANAm. Partimos de la hipótesis de que la 6-Benziladenina es una buena alternativa de eficacia comprobada en manzano. La metamitrona es un herbicida usado en aclareo también en manzano, que presenta fitotoxicidad en dosis altas. Se desconoce el efecto como aclarante en níspero de estas dos materias activas.

En este trabajo se estudiará la capacidad aclarante y los efectos sobre la producción, precocidad y calidad de la fruta de la metamitrona y la 6-Benziladenina, con respecto al ANAm, al aclareo manual y a un tratamiento sin aclareo. Adicionalmente se evaluará, el efecto de distintas concentraciones de metamitrona sobre la capacidad fotosintética en hojas de níspero con el objetivo de acotar las dosis máximas aplicables. Por último, se evaluará la persistencia de residuos en los frutos en cosecha.

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2. 1. Biología, ecofisiología y ciclo anual del níspero japonés.**

El níspero pertenece al orden *Rosales*, familia *Rosaceae*, subtribu *Pyrinae*. Dentro de esta familia se reconocen dos especies de níspero, el níspero japonés, *Eriobotrya japonica* (Thumb.) Lindl., cultivado en todo el mundo y *Mespilus germanica* L., o níspero europeo, de origen incierto y con escaso interés frutícola actual. El níspero japonés es originario de China, y hay datos sobre éste desde hace 2000 años.

El níspero es un árbol vigoroso y productivo, de rápida entrada en producción, con tendencia a la verticalidad. Sus hojas son perennes, grandes, de consistencia coriácea y de bordes aserrados, lo cual causa en zonas ventosas severos daños en la piel del fruto (“taramado”). La cara superior de la hoja es verde oscuro brillante, la cara inferior algodonosa de un color gris ceniza que caracteriza a la especie. Sus flores se distribuyen en panículas, con flores de pétalos blancos y cáliz marrón y pubescente. El níspero florece en otoño (noviembre, en las condiciones climáticas mediterráneas). Su fruto es de tamaño mediano-pequeño, de color amarillo-calabaza, con 2-4 semillas marrones grandes de cubiertas marrón oscuro (Agustí, 2010).

El níspero japonés injertado sobre patrón franco desarrolla una raíz principal pivotante, con gran poder de penetración en terrenos sueltos y de regadío, llegando a alcanzar una profundidad máxima de 2,5 metros. De esta raíz principal salen varias secundarias que se extienden a una profundidad de no más de 25 cm (Rodríguez, 1983). Cuando se injerta sobre membrillero, el otro patrón más común, el sistema radical es menos potente y más superficial. Los suelos más adecuados para el cultivo del níspero japonés son los profundos con buen drenaje y contenido en materia orgánica, de textura franca, aunque la especie funciona bien en suelos de textura franco-arenosa. El níspero es muy sensible a la asfixia radical y a la salinidad, aun más injertado sobre patrón franco (Burló et al., 1997). Valores de pH próximos a la



neutralidad (6-8) son los más adecuados, siendo particularmente perjudiciales los suelos ácidos (Agustí, 2010).

El níspero japonés posee un tronco erecto, que llega a alcanzar en algunas formaciones una altura de 0,75 - 1,25 m. En otros sistemas de formación el tronco empieza a ramificar a los 0,30 - 0,50 metros del suelo para facilitar así la recolección (Fig. 2.1). El níspero japonés usualmente se conduce en vaso y se ramifica en 2 a 5 brazos. El níspero también se puede formar en pirámide libre. El tronco presenta una corteza rugosa de color gris pardo con descamado anual. Las ramas principales del níspero japonés son gruesas y cortas. Su color tiende hacia el gris-claro y lo más corriente es que se hallen desprovistas casi totalmente de hojas. De las ramas brotan los ramos de fructificación (Rodríguez, 1983), que pueden considerarse fisiológicamente ramos de un año, aunque cronológicamente proceden de la brotación de la primavera previa. Las hojas se encuentran preferentemente sobre los ramos y son de corta vida. Aunque se trata de un árbol de hoja perenne, en la brotación se produce una caída natural de hojas, que afecta principalmente a las ramas de dos y tres años, las cuales quedan desprovistas de hojas (Rodríguez, 1983). La senescencia de las hojas ocurre a lo largo de todo el año aunque hay una mayor renovación durante la brotación en verano (Martínez-Calvo et al., 2000a).



Figura 2.1. Porte del cv. *Algerie* a la derecha y detalle de la emisión de sierpes por parte del patrón de membrillero a la izquierda.

En el ciclo anual del níspero japonés se han descrito tradicionalmente tres periodos de crecimiento vegetativos: brotación de primavera previa a la cosecha (va

desde finales de febrero o principios de marzo hasta mayo), brotación de verano que tiene lugar tras cosechar los frutos (desde mayo hasta finales de julio), y la brotación de otoño a la salida del reposo veraniego (desde finales de agosto hasta octubre) (Rodríguez, 1983).

Las observaciones llevadas a cabo sobre el cultivar *Algerie* injertado sobre membrillero ‘Provence’ en la Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas” en la Costa de Almería por Cuevas et al. (1997), describen gráficamente el ciclo anual del níspero en dicha zona (Fig. 2.2), observándose una clara separación entre la fase vegetativa y la reproductiva. El ciclo vegetativo tiene lugar principalmente en verano, mientras que el ciclo reproductivo comenzaría tras éste (Gavilán, 1998). Así, en la Costa de Almería, en árboles con elevada producción se aprecia un único ciclo vegetativo que comienza en abril-mayo tras la cosecha y se prolonga hasta agosto-septiembre cuando se inicia el ciclo reproductivo (Fig. 2.2).



Figura 2.2. Ciclo anual del níspero japonés cv. *Algerie* en la costa de Almería (Fuente: Gavilán, 1998).

En el ciclo anual se aprecia que la fase reproductiva se inicia con la elongación de las panículas a finales del mes de agosto, evolucionando rápidamente con las temperaturas veraniegas. La floración comienza en el mes de noviembre y se prolonga por lo general hasta principios de diciembre. En una misma panícula se pueden observar flores cerradas, flores abiertas y frutos recién cuajados. A finales de

diciembre, principios de enero tiene lugar una intensa abscisión de flores y frutos, que regula el nivel de carga, estableciéndose el cuajado final de frutos (Cuevas et al., 1997).

Durante la fase vegetativa es de particular interés el crecimiento del brote. La brotación de los nuevos brotes no es significativa hasta la recolección de los frutos, ya que la presencia de éstos actúa de freno (Cuevas et al., 1997). A partir de la recolección, se produce la brotación de una o varias yemas situadas por debajo de los frutos recién cosechados. Inicialmente aparecen varios nudos con hojas en número variable (4-8) y a continuación se observa una elongación de los entrenudos y una expansión de las hojas. Hacia finales del mes de julio el crecimiento vegetativo es mínimo, dando lugar a la parada estival. Es aquí cuando la planta se prepara para la fase reproductiva (Gavilán, 1998).

En la parada estival se producen los procesos de inducción e iniciación floral, dado que la floración terminal de la especie implica una parada en la formación de nuevos nudos (Cuevas et al., 1997). Una vez que se produce la inducción e iniciación floral, se desarrolla la inflorescencia. Este desarrollo concluye a finales de octubre produciéndose la antesis, la polinización y la fecundación de las flores a principios de noviembre. La conversión a fruto queda recogida en la caída de los pétalos, produciéndose el cuajado y el posterior desarrollo del fruto durante el invierno. A finales de marzo se produce el envero, indicando el inicio de la maduración de los frutos, que alcanzan la madurez hacia mediados-finales de abril.

Para el mejor seguimiento de la fase reproductiva resulta de interés la descripción de los estados fenológicos tipo de la especie. En el caso del níspero una primera descripción de los estados fenológicos tipo fue elaborada por Cuevas et al. (1997) (Fig. 2.3).

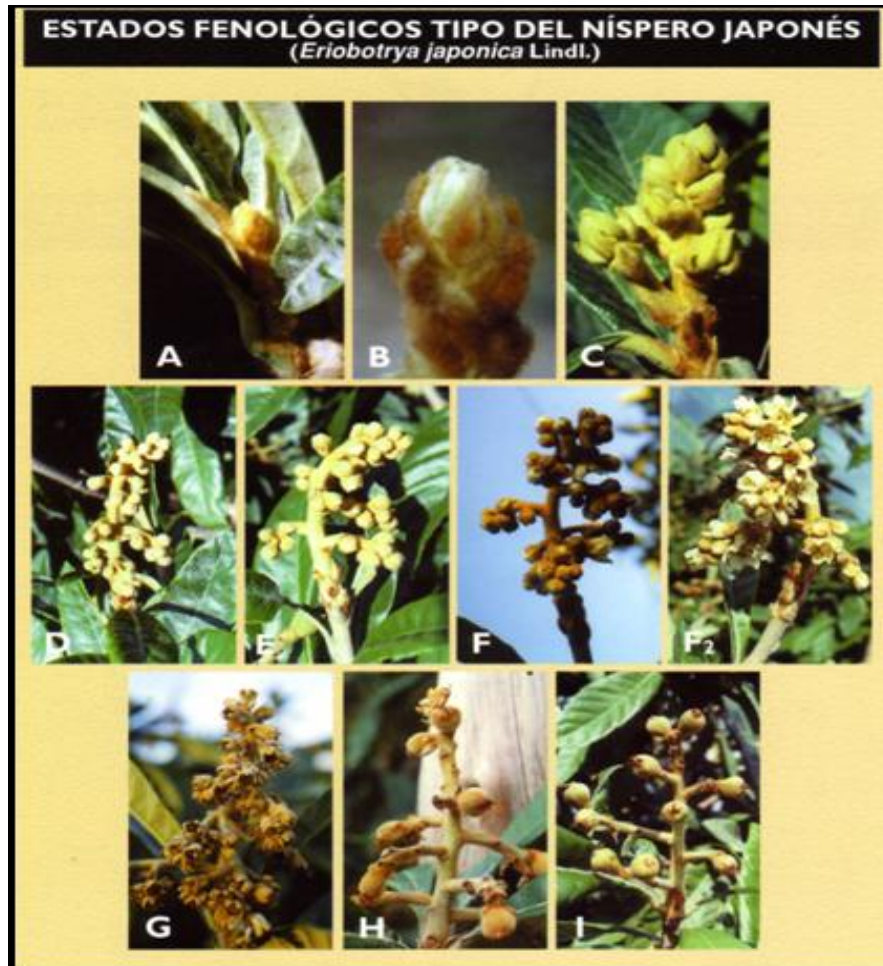


Figura 2.3. Estados fenológicos tipo del níspero japonés. A: Yema de Verano. B: Hinchamiento de la yema. C: Formación de la inflorescencia. D: Botones florales. E: Botón blanco. F: Primera flor. F<sub>2</sub>: Plena floración. G: Caída de pétalos. H: Cuajado. I: Fruto tierno. Fuente: Cuevas et al. (1997).

## 2.2. Hábito de fructificación, cuajado y crecimiento de frutos.

El níspero japonés presenta una inflorescencia compuesta, cimosa y cerrada (los ejes de la inflorescencia acaban en flores terminales) que se corresponde con una panícula (Strasburger, 1994). Las flores de esta inflorescencia son pequeñas, blancas o rosadas, olorosas, de un grato olor a almendra muy apreciado por las abejas. La flor presenta simetría pentámera. Su diagrama floral es:  $5S+5P+20E+5P+O$  (McGregor, 1976). Normalmente hay de 100 a 250 flores por panícula (Martínez-Calvo et al.,



2000a), aunque en “Algerie”, el número se suele situar en torno a las 200 (Martínez-Calvo et al., 2000b).

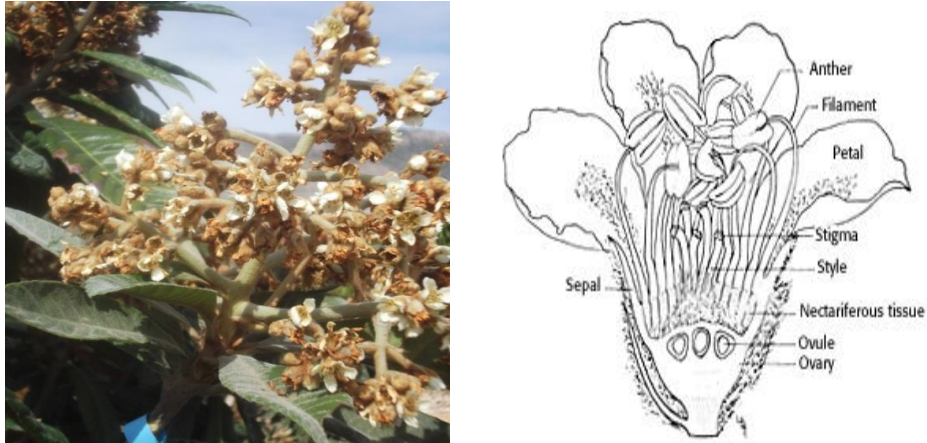


Figura 2.4. Detalle de una inflorescencia del níspero japonés cv. Algerie. A la derecha, sección longitudinal de una flor de níspero japonés. (Fuente: Adaptado de McGregor, 1976).

En nuestro país el cv Algerie florece durante la primera quincena de noviembre y parte de la segunda. La maduración del fruto se produce generalmente del 15 de abril hasta principios de mayo, aunque la recolección varía según la zona de cultivo (Martínez-Calvo et al., 2000a).

El fruto del níspero japonés es un pomo, ovoide o piriforme, según la variedad, de color que va del amarillo pálido al anaranjado intenso; la pulpa tiene un color que abarca del blanco pálido al anaranjado fuerte, pasando por amarillento. La piel del fruto suele ser dura y fina, característica ésta muy notable según la variedad, ya que de ella se deriva la facilidad de pelado. La pubescencia del exocarpo es apreciada en mercados exigentes como sinónimo de frescura a la hora de su consumo. Los frutos en su interior encierran grandes semillas que oscilan entre una y más de cinco, según la variedad (Cuevas et al., 2003b). Estas semillas se hallan tan unidas que forman un núcleo voluminoso en el corazón del fruto, lo que facilita su eliminación. El fruto presenta en la cumbre una depresión pronunciada en la que se observan restos del cáliz (Rodríguez, 1983).

El crecimiento del fruto del níspero japonés se ajusta al modelo sigmoideal, típico de los frutos en pomo, mostrando una fase final de crecimiento lento si los frutos permanecen en el árbol hasta la madurez (Cuevas et al., 2003a). El patrón de crecimiento del fruto no se ve afectado por la práctica del aclareo aunque si su velocidad de crecimiento (Aguado, 1996; Salvador-Sola, 1999).

La fase de maduración se caracteriza por una disminución de la acidez, desarrollo del color típico de la variedad, ablandamiento de la pulpa, acumulación de azúcares y un rápido incremento del peso fresco de la pulpa. Los frutos producen etileno al inicio de la fase de maduración. Sin embargo, el níspero es un fruto no climatérico y no muestra una tasa de respiración climatérica ni un pico de producción de etileno en el árbol (Blumenfeld, 1980). Por ello la fecha de recolección ha de estar precisamente marcada. Después de la maduración no se produce la abscisión del fruto, sino que estos se secan en el árbol y quedan durante largo tiempo como pasificados y unidos al ramo (Lin et al., 1999).

La influencia de la semilla en la formación del fruto se manifiesta en las correlaciones significativas positivas conseguidas entre el tamaño ocupado por las semillas y el diámetro del fruto, y también, entre el tamaño de las semillas y el peso del fruto (Gavilán, 1998). A diferencia de otros pomos, el tamaño del fruto depende más del tamaño alcanzado por sus semillas, que de su número (Salvador-Sola, 1999). El efecto positivo de las semillas sobre el tamaño del fruto hace deseable la presencia de grandes y numerosas semillas y la optimización del doble proceso polinización-fecundación (Salvador-Sola, 1999; Puertas, 2001). Un mayor número de semillas supone también una mejora en el tamaño y en la precocidad del fruto (Cuevas et al., 2003a).

En el níspero japonés hay variedades que necesitan polinizadores para la fecundación de sus flores, pero la mayoría de ellas se consideran autofértiles; entre estas últimas están las variedades que se cultivan en España, que aun siendo árboles aislados dan abundante producción (Rodríguez, 1983). En trabajos realizados por Puertas (2001) se manifiesta sin embargo que “Algerie” puede considerarse como una variedad parcialmente autoincompatible.

Para que el fruto del níspero japonés se desarrolle con normalidad, es necesario que la temperatura media anual se mantenga entre 15 y 16° C. En altitudes de 350 a 500 m.s.m el níspero japonés vejeta bien con climas benignos y de influencia marítima (Bononad y Escriva, 1973). Es oportuno subrayar que su floración otoñal y fructificación invernal limitan grandemente el área de cultivo en España. El árbol puede resistir temperaturas bajo cero, pero el cultivo es muy sensible a las bajas temperaturas cuando las flores están abiertas o los frutos recién cuajados. Sin embargo, cuando la flor está aún cerrada presenta una buena resistencia al frío (Tuset et al., 1989). Sus requerimientos de horas frío son nulos.

### **2.3. Costes del cultivo del níspero japonés.**

El factor limitante más importante para el desarrollo del níspero es el elevado coste de producción. Los costes de cultivo en concepto de abonado, tratamientos fitosanitarios y riego no son mayores a los de otros frutales (Caballero, 1993). Sin embargo, el níspero cuaja en exceso de forma natural y requiere del uso de técnicas de aclareo de frutos para conseguir calibres comerciales. Además, el fruto del níspero es muy delicado y la recolección y manipulación debe hacerse manualmente para evitar en lo posible los golpes que lo ennegrecen y le dan un aspecto poco presentable. De todo lo anterior se deduce que el níspero necesita gran cantidad de mano de obra para realizar las operaciones manuales de poda, aclareo de frutos y recolección; operaciones que en conjunto suponen el 84 % del total de la mano de obra y el 75 % del total de los costes variables del cultivo (Cuadro 2.1). Estos costes son altos, pero teniendo en cuenta los ingresos medios percibidos por los agricultores, con precios actualizados, el níspero ha sido el cultivo con menor pérdida de ingresos en las dos últimas décadas. Además, la tendencia de los costes y precios sugieren que el riesgo de no obtener beneficios es muy bajo (Caballero y Fernández, 2004).

Para incrementar la rentabilidad del níspero es necesaria la introducción de nuevas técnicas de cultivo. Éstas deben ir encaminadas básicamente a reducir los costes de producción, sobre todo los costes de mano de obra, así como mejorar los rendimientos y la calidad de la cosecha y ampliar las fechas de oferta, fundamentalmente con producciones más precoces. Para disminuir los costes que

Aclarantes químicos alternativos a la ANAm en níspero. Revisión Bibliográfica.

genera la mano de obra utilizada para el aclareo, ya sea de flor, ya sea de fruto, se han realizado varias investigaciones encaminadas a conseguir aclarar el níspero con productos químicos.

Cuadro 2.1. Costes de producción en níspero japonés cv. Algerie para una plantación de 1 ha con una producción de 24.926 kg·ha<sup>-1</sup>. (Fuente: Caballero y Fernández, 2004).

CONCEPTO	€ · ha <sup>-1</sup>	%
<b>COSTES VARIABLES</b>		
Agua, fertilizantes, productos fitosanitarios	1.401,93	8,59
Mano de obra	12.177,89	74,65
Maquinaria	58,74	0,36
<b>COSTES VARIABLES TOTALES</b>	<b>13.638,55</b>	<b>83,60</b>
<b>COSTES FIJOS</b>		
Depreciación del cultivo y de la maquinaria	534,76	3,28
Depreciación de equipos y otros costes fijos	323,71	1,98
Impuestos y seguros	774,64	4,75
<b>COSTES FIJOS TOTALES</b>	<b>1.633,11</b>	<b>10,01</b>
<b>COSTES TOTALES SIN COSTE DE OPORTUNIDAD</b>	<b>15.271,66</b>	<b>93,61</b>
<b>COSTES DE OPORTUNIDAD</b>		
Renta de la Tierra	576,97	3,54
Intereses del capital	465,1	2,85
<b>COSTES DE OPORTUNIDAD TOTALES</b>	<b>1.042,28</b>	<b>6,39</b>



<b>COSTES TOTALES CON COSTES DE OPORTUNIDAD</b>	<b>16.313,94</b>	<b>100,00</b>
<b>COSTE· Kg<sup>-1</sup> sin costes de oportunidad</b>	0,61	
<b>COSTE· Kg<sup>-1</sup> con costes de oportunidad</b>	0,65	

En este sentido, Cuevas et al. (2004) han conseguido resultados muy satisfactorios, con el uso de la amida del ácido naftalenacético (ANAm) para el cv. Algerie. Otras experiencias con ANA (Agustí et al., 2000; Wu y Lin, 2004) también han logrado resultados positivos.

Otro problema importante es la existencia en España de uno o unos pocos cultivares en las plantaciones comerciales de níspero. Esto da lugar a la concentración de la mayoría de la producción en un corto periodo de tiempo, que repercute en los precios, haciéndolos caer bruscamente por la saturación del mercado. Para reducir esta estacionalidad debe ampliarse el abanico de la oferta en el tiempo, por ello en este trabajo se abordará el efecto del aclareo sobre la precocidad en recolección.

Aquellas técnicas de cultivo conducentes a conseguir una mejora de la precocidad en la maduración del fruto del níspero incrementan sustancialmente el valor de la cosecha y aumentan considerablemente la rentabilidad del cultivo. Rodríguez (1983) y Martínez-Calvo et al. (2000) indican que una de las principales posibilidades de desarrollo del cultivo del níspero es el aumento de la producción de frutos más tempranos, que son los que obtienen mejores precios. Llácer et al. (1995) dan un paso más y afirman que los frutos tempranos y de buena calidad son los únicos que alcanzan precios rentables. No cabe duda, por tanto, que uno de los principales retos del cultivo del níspero es conseguir cosechas más precoces.

Una de las vías para conseguir este objetivo es la selección varietal. Cabezas (1993) asegura que el éxito de las nuevas plantaciones se determinará en gran parte por la correcta selección de los cultivares tendentes a producir frutos de mayor tamaño y maduración temprana o precoz. Llácer et al. (2004) indican que una de las principales líneas en la mejora varietal del níspero es la búsqueda de cultivares más precoces.

Cuevas et al. (1997a y 2004) indican que el precio de la producción del níspero depende en gran medida de la precocidad y ésta puede verse favorecida parcialmente por el aclareo de frutos. Leiva (1999) incide también en dicho efecto y observó que el aclareo de frutos y el anillado de ramos supusieron una mejora en la precocidad del fruto. Gariglio et al. (2002) también hacen hincapié en que el aclareo de frutos anticipa el momento de la recolección y que el rayado de ramas mejora el color y el tamaño del fruto y permite adelantar la cosecha. Otra vía que puede conseguir adelantos de la fecha de recolección, es el uso de estrategias de riego deficitario (Hueso y Cuevas, 2007) que podría combinarse con las técnicas anteriormente citadas.

#### **2.4. Objetivos y métodos del aclareo de estructuras reproductivas.**

En condiciones de buen cultivo, los árboles generalmente producen un número elevado de frutos, lo que implica que muchos de ellos no logren la calidad comercial. Esta circunstancia debe corregirse mediante el aclareo de flores o frutos (Nieto-Ángel et al., 2001).

Se entiende por aclareo de frutos la eliminación de un número de ellos por árbol con el fin de que los que permanecen alcancen un tamaño mayor. El término aclareo es sinónimo de raleo, utilizado en Hispanoamérica (Agustí et al., 2006). El aclareo de frutos surge como una práctica aplicada exclusivamente a frutos de “primor” en especies y variedades de mesa, sobre todo en aquéllas en las que el tamaño constituye un aspecto básico de la calidad. A partir de los años 70, los mercados exigen cada vez más en este aspecto, y poco a poco, el aclareo se generaliza en todo tipo de frutas, y pasa a convertirse en una auténtica técnica más de cultivo, y tan importante, sobre todo por sus aspectos económicos, que adquiere personalidad propia y en muchos casos resulta imprescindible para un correcto planteamiento comercial de las explotaciones frutícolas. La tradicional operación de “destrío” de la cosecha, para seleccionar y separar los frutos mejores en almacén, tienda, hoy en la fruticultura moderna, a intentar conseguir mediante la técnica de aclareo en campo, una cosecha con menor número de frutos, pero más homogéneos de tamaño y aspecto, de tal manera que en ciertas situaciones el “destrío” llegue a ser casi inexistente. El planteamiento actual es que si la recolección es normalmente la

operación de mayor coste, es preferible no criar frutos defectuosos ni de tamaño no comercial, para no incurrir en mayores gastos. Ello hace cada vez más necesarias y selectivas las intervenciones de aclareo y convierte esta técnica en fundamental en la fruticultura moderna de muchas especies.

En nuestro país, toda la producción de fruta temprana (nectarina, melocotonero, níspero, pera, etc.), ante un mercado cada vez más exigente, se fundamenta en intervenciones de aclareo, siendo una técnica básica para conseguir beneficios comerciales (Gil-Albert, 1997).

El aclareo de frutos se practica, según circunstancias, para reducir el riesgo de rotura de las ramas, aumentar el tamaño del fruto, mejorar su color y su calidad (Westwood, 1982). En forma indirecta también se regula el fenómeno de la alternancia de producción, se favorece la longevidad de los árboles y la producción acumulada (Nieto-Ángel et al., 2001). El níspero japonés, no obstante, no es alternante (Aguado, 1996).

El aclareo, al incrementar la relación hoja / fruto por eliminación de algunos frutos, aumenta el tamaño de los que quedan. Sin embargo, este incremento no se realiza en proporción directa al incremento del número de hojas por fruto (Westwood, 1982). Esto da lugar a una reducción de la producción inherente al aclareo, pero también a una mejora en el tamaño del fruto. El incremento en el tamaño del fruto conseguido con el aclareo será tanto menos efectivo cuanto más tarde se ejecute. Si el aclareo se realiza dentro del período de división celular del fruto puede promover un mayor número de células y, por consiguiente, frutos potencialmente mayores. El aclareo más tardío produce un incremento en el crecimiento del fruto debido exclusivamente al incremento en el volumen celular (Westwood, 1982). Según Goffinet et al. (1995) en los tratamientos de aclareo, el tamaño del fruto está más relacionado con el número de células del cortex, que con el tamaño de las células o la proporción de espacios intercelulares. Por ello, los frutos procedentes de los árboles aclarados poco después de la floración son más grandes, con más células, que los frutos procedentes de los árboles aclarados más tarde. En manzano cv. Empire, el aclareo de frutos incrementa el tamaño del fruto al permitir

que la división celular se realice bajo menor competencia durante la primera semana después de floración, y no por una efectiva extensión del periodo de división celular.

Aunque el cuajado de frutos del níspero japonés es relativamente bajo, cercano al 10% (Goubran y El Zeftawi, 1986; Ateyyeh y Qrunfleh, 1998), el tamaño que alcanzan en la madurez no es generalmente aceptable, de acuerdo con la demanda del mercado.

La razón de esta falta de tamaño comercial es la competencia por carbohidratos que se establece entre los frutos que inician el desarrollo hasta la maduración. La reducción del número de frutos, por tanto, se presenta como una técnica para mejorar, indirectamente, su tamaño (Tous y Ferguson, 1996; Lin et al., 1999). Por todo ello, queda justificado el aclareo como una técnica imprescindible para conseguir calidad.

La intensidad del aclareo depende de muchos factores, entre los que destacan el tamaño del fruto deseado por el mercado de destino, la intensidad de la poda practicada previamente, la cuantía del cuajado inicial de frutos y el riesgo económico de no aclarar (Westwood, 1982). En este sentido, en el níspero japonés el nivel de carga óptimo depende de la variedad. Carvalho y Couto (1998) observaron que los mejores resultados con la variedad 'Mizuho' se obtenían dejando 2 ó 3 frutos por panícula en los brotes principales, teniendo en cuenta parámetros de calidad como el peso y el color del fruto. Martínez-Calvo et al., (2000) consideran que hay que dejar de 3 a 5 frutos en los brotes principales, y 1 ó 2 frutos en los brotes secundarios, independientemente de la variedad. Tuset et al., (1990) recomiendan que el número de frutos en el aclareo manual no sea menor de 3 a 4. En ensayos realizados por Salvador-Sola (1999) se observó que para la variedad "Algerie" no es conveniente dejar menos de 3 frutos por panícula, mientras que en ensayos realizados por Leiva-Rus (1999) se concretó en 4 frutos la carga óptima. Un aclareo demasiado intenso parece promover brotaciones vegetativas coincidentes con la maduración del fruto, lo que puede propiciar un incremento de la fisiopatía conocida como mancha púrpura (Cuevas et al., 2001).

Como ya se ha indicado, el incremento del tamaño del fruto se basa en una alteración favorable de la relación fuente/sumidero (Westwood, 1982). Esto posibilita que algunos autores recomienden variar el nivel de aclareo según el número de hojas del ramo fructífero (Rodríguez, 1983). Sin embargo, el número de hojas parece una medida poco rigurosa del tamaño de la fuente en níspero japonés, ya que ellas se superponen en el extremo del brote. Salvador-Sola (1999) ha demostrado que en “Algerie” no existe relación entre el número de hojas o el área foliar del ramo portador y el tamaño final de los frutos. No tiene sentido, pues, establecer el nivel de aclareo de la inflorescencia basándose en alguno de estos parámetros en condiciones normales de cultivo con árboles convenientemente vestidos (Salvador-Sola, 1999).

Entre los **métodos generales de aclareo** cabe destacar el manual, el mecánico y el químico:

El aclareo **manual** de frutos consiste en eliminar selectivamente, un número de frutos por panícula compatible con el tamaño comercialmente idóneo de los que quedan y una cosecha rentable. Los inconvenientes agronómicos y operativos de esta técnica son evidentes: hace falta un gran número de operarios, puesto que debe realizarse en el momento óptimo (Caballero, 1993), el rendimiento del trabajo es reducido y el coste del aclareo es siempre muy alto (Gil-Albert, 1997).

El aclareo **mecánico** puede ser realizado de diferentes formas. Se puede conseguir un aclareo efectivo en floración o poco después, mediante un chorro directo de agua a alta presión producido por un pulverizador manual hábilmente dirigido. Otro método es el uso de una brocha de cerda rígida para “barrer” algunos frutos si son aún bastante pequeños. El tercer método consiste en un vibrador del mismo tipo del empleado para la recolección mecánica. Este método presenta dos inconvenientes: el primero es que derriba selectivamente los frutos mayores, porque durante la vibración consiguen un momento direccional mayor que los frutos pequeños; y el segundo es que derriba más frutos de las zonas consistentes del árbol. Asimismo, un porcentaje variable de los frutos que permanecen caen posteriormente como consecuencia de las lesiones sufridas durante la vibración. No se tiene constancia de su uso en níspero japonés. En otros frutales de pepita como manzano o

peral se está popularizando el aclareo mecánico de flores o de frutos que permite una intervención muy temprana e independiente de las condiciones meteorológicas. Existen en el mercado distintas tipologías de máquinas, las más evolucionadas acopladas al tractor, con ejes rotativos, los equipados con latiguillos que impactan en su rotación contra los órganos florales o los frutos produciendo su derribo (Estanis et al., 2012).

En plantaciones industriales de gran superficie las necesidades de mano de obra son tan grandes para hacer aclareo manual que en la mayor parte de los casos resulta irrealizable. En estas situaciones, la única alternativa posible la constituye el aclareo químico, que permite realizar la operación de aclareo a un coste por debajo del manual, y sin depender de las disponibilidades de mano de obra, ni de las de tiempo. Por ello, el **aclareo químico** se presenta como una alternativa, que consiste en pulverizar los árboles en un periodo determinado con productos capaces de hacer abortar los frutos (García de Otazo, 1991). Por razones de coste de ejecución, el aclareo se hace usualmente utilizando compuestos químicos tales como ethephon y tiosulfato de amonio en floración, y para el aclareo de frutos ANA, ANAm, Carbaryl y algunas citoquininas (Tromp, 2000). En algunas especies como el níspero, es posible recurrir al aclareo químico que, directa o indirectamente, reduce el número de frutos en desarrollo (Agustí et al., 2006).

## **2.5. Aclareo manual en níspero japonés**

Hay que distinguir varios tipos de aclareo manual en el níspero japonés, ya que en éste se puede llevar a cabo sobre ramos, flores o frutos (Rodríguez, 1983):

**Aclareo de ramos**, supone un ajuste del nivel de floración mediante poda. Así cuando más del 60 % de los ramos tengan panículas, hay que dejar del 50 al 60% de los ramos que poseen flores. En variedades de floración temprana, se dejarán más panículas que en las variedades tardías para enfrentar el déficit de cuaje. La incidencia de heladas condiciona en alguna medida el nivel de poda. En los árboles viejos, con poco vigor, es necesario dejar más ramos en previsión de problemas por frío. Por el contrario, en zonas sin peligro de heladas, se dejan menos ramos para cosechar frutos de gran tamaño y calidad. En el aclareo de ramos, éstos deben

quitarse de mediados a finales de octubre o antes (Rodríguez, 1983).

**Aclareo de flores**, es junto con el aclareo de frutos el más necesario. Consiste en el pinzamiento manual de una parte de la inflorescencia. Según zona de cultivo y variedad se procede a pinzar de 1/3 a 2/3 de la inflorescencia (Fig. 2.5). Este pinzamiento se realiza en la parte superior de la panícula, ya que las flores del vértice son las últimas en abrirse, es decir, son menos precoces. Además estas flores están más expuestas y producen peores frutos que las flores de la parte inferior de la panícula. Si son de temer heladas o inclemencias atmosféricas, este aclareo no se debe hacer, porque como la duración de la floración es bastante larga dentro de una misma inflorescencia, si sobreviniera algún accidente dentro de la época de la floración, en inflorescencias intactas siempre quedaría una parte de ella para suplir a la que se ha malogrado. Con lo que, en áreas de inviernos cálidos, libres de heladas, el aclareo de flores aparece como una alternativa al aclareo de frutos (Cuevas et al., 1997a).



Figura 2.5. Aclareo de flores en plena floración (estado fenológico F<sub>2</sub>). Inflorescencia en plena floración antes del aclareo (izquierda). Inflorescencia después del aclareo dejando tres ramificaciones basales (derecha).



Figura 2.6. Frutos cuajados después del aclareo de flor.

El aclareo de parte de la panícula presenta la ventaja de que se elimina de una vez la mitad de los frutos que deberían ser aclarados más tarde, y ello representa un ahorro en mano de obra. Pero también presenta la desventaja de que modifica la forma de la panícula, que queda más expuesta a inclemencias meteorológicas (Agustí et al., 2006).

**Aclareo de frutos**, se ejecuta lo antes posible siempre y cuando no haya peligro de heladas, generalmente en la segunda quincena de enero. Al mismo tiempo, en aquellos lugares donde se practica el embolsado es el momento apropiado para hacer conjuntamente esta operación. Según la mayoría de los autores, la cantidad de nísperos que se dejan por panícula depende de la variedad; en aquellas en que sólo se dejan dos, se cogen en disposición opuesta. Al aclarar los frutos hay que elegir los mayores y aquellos que tengan el mismo tamaño, para que las categorías de éstos sean lo más uniformes posible (Rodríguez, 1983).



Figura 2.7. Resultado del tratamiento aclareo manual tras el derribo de frutos.



Existe una relación directa y entre el tamaño del fruto al inicio de la fase de engrosamiento y su tamaño en cosecha, hecho que permite la predicción precoz del tamaño final del fruto en cosecha (Cuevas et al., 2003a). En este sentido, el tamaño del fruto en el momento del aclareo es el criterio más adecuado a la hora de determinar qué frutos han de quedar en la inflorescencia. Los frutos más grandes al inicio del engrosamiento son más precoces y son más grandes en cosecha (Salvador-Sola, 1999). El aclareo de frutos permite eliminar el número de frutos que se desee y dejar aquellos que se considere mejores, bien por su adecuado crecimiento, bien por su situación en la panícula. En general, para obtener un tamaño comercial idóneo deben dejarse entre 2 y 4 frutos por panícula, dependiendo del tamaño de esta. Un efecto indeseable del aclareo manual de frutos es su mayor incidencia sobre la aparición de mancha púrpura (Agustí et al., 2006).

Los trabajos de aclareo manual resultan siempre delicados, difíciles, lentos y costosos, pero no cabe la menor duda de que bien ejecutados, permiten obtener unos resultados óptimos y hoy en día son la técnica de cultivo en la que más claramente se fundamenta la producción de fruta de mesa selecta (Gil-Albert, 1997).

## **2.6. Aclareo químico: ventajas e inconvenientes.**

El aclareo químico presenta las siguientes ventajas frente al aclareo manual o el aclareo mecánico: costes reducidos, mejor tamaño y calidad del fruto y mejor regulación de la alternancia en cultivares veceros (Westwood, 1982). Frente a estas ventajas, el aclareo químico presenta el inconveniente de producir un sobreaclareo en algunos casos, el quedar sometido a un riesgo de heladas después de tratamientos precoces que derive de nuevo en sobreaclareo, algún daño en el follaje y la obtención de resultados variables en árboles de edad y vigor diferentes (Westwood, 1982). Estos resultados variables son sin duda su mayor inconveniente.

Son muchos los factores que afectan al aclareo químico (Cuadro 2.2). Algunos de ellos pueden ser mejor controlados por el agricultor como la concentración y el método de aplicación. Sin embargo, las condiciones de la parcela son también extremadamente importantes: éstas pueden ser divididas en el efecto del cultivar, condiciones del árbol, y el clima.

Cuadro 2.2. Factores de la parcela que afectan al aclareo químico. (Williams y Edgerton, 1981).

<b>Cultivar</b>	Bianual vs. Anual, fructificaciones en lamburdas vs brindillas, cuajado en racimo vs. frutos simples o dobles, extensión de la caída de junio.
<b>Características de la fruta</b>	Estado de desarrollo, posición en el racimo.
<b>Condiciones del árbol</b>	Edad del árbol y la hoja, vigor, cosecha previa, floración y densidad de cosecha, estrés, condiciones del sistema radicular.
<b>Condiciones ambientales antes, durante e inmediatamente después de la aplicación.</b>	Temperatura, radiación solar, humedad relativa, lluvia, escarcha, agua superficial.

Las condiciones ambientales también pueden afectar a la respuesta de agentes aclarantes, dados los cambios en la humedad relativa y temperatura que tienen lugar, aspectos de gran importancia en la absorción del químico. Jones et al (1988) observaron en ‘Golden Delicious’ que la aplicación de ANA a 80 % de humedad relativa (HR) fue más efectiva que a 12, 15 o 20% de HR. Sin embargo, Byers (1978) observó que el efecto de las condiciones ambientales sobre la efectividad del ANA en el cv. Golden Delicious fue pequeño o nulo.

De los factores medioambientales, la temperatura juega el papel más importante para determinar la respuesta y eficacia del material dado (Williams y Fallahi, 1999). En el Cuadro 2.3 se recogen los factores que tienden a aumentar o disminuir la intensidad del aclareo obtenidos con productos químicos (Westwood, 1982).

Cuadro 2.3. Factores que aumentan o disminuyen la intensidad de aclareo. (Westwood, 1982).

Aumentan el aclareo	Disminuyen el aclareo
Árboles jóvenes	Árboles adultos
Lluvia	Ambiente seco
Humedad alta	Humedad baja
Temperatura máxima alta	Máximas más bajas
Noches con heladas	Sin Heladas
Aguas blandas para pulverizar	Aguas duras para pulverizar
Condiciones de sequía lenta	Sequía rápida
Concentración alta	Concentración baja
Muy poco vigor	Vigor moderado
Marco estrecho	Marco amplio
Poda débil	Poda fuerte
Floración abundante	Floración débil
Mala polinización	Buena polinización
Adición de agentes mojantes	Sin agentes mojantes
Cosecha precia abundante	Cosecha previa débil

En cualquier caso, y en base a las experiencias realizadas en múltiples zonas frutícolas, una serie de normas para la aplicación de aclarantes químicos, se consideran casi obligadas:

1.- Los árboles jóvenes, los debilitados, los que han tenido una cosecha anterior importante y los que han tenido o tienen una floración intensa, parecen en general mostrar mayor sensibilidad a los aclarantes químicos.

2.- Los factores ambientales en el momento de la aplicación influyen de forma notable en el aclareo. Humedad relativa alta (>75%), temperaturas superiores a 20°C, y lluvias en coincidencia con el tratamiento, incrementan el efecto aclarante.

3.- El empleo de mojantes, dosificaciones altas de materia activa, e incluso la calidad del agua (aguas blandas), pueden aumentar el aclareo.

4.- Efectos secundarios ocasionales, tales como el aumento de “ruseting” en manzano (con el aclarante Sevin), o la defoliación (con Ethrel), han de ser tenidos en cuenta.

5.- En productos cuya aplicación debe realizarse en un estado fenológico muy definido, un retraso, por mínimo que sea, puede provocar diferencias en el aclareo.

6.- La aplicación debe hacerse de forma que el árbol se moje uniformemente, pero no en exceso. Existe riesgo de sobreaclareo en las zonas bajas por goteo.

7.- La respuesta varietal es errática (Gil-Albert, 1997).

### **2.7. Aclareo químico en frutales de pepita.**

El níspero japonés es un frutal de pepita de la familia de la Rosáceas, por lo que botánicamente es una especie próxima al manzano, peral y membrillero (Martínez-Calvo et al., 2000a). Dada la abundante literatura sobre aclareo químico en manzano y peral nos inspiraremos en la misma para considerar su aplicación en el níspero japonés.

Prácticamente todos los biorreguladores de plantas han sido empleados durante los pasados 30-40 años como material aclarante en frutales de pepita en postfloración. La mayoría de los programas usuales de aclareo en postfloración suponen la aplicación de una auxina sintética, como el ácido naftalén acético (ANA), en combinación con el insecticida carbaryl (Sevin). Las giberelinas, generalmente no se usan como aclarantes en manzano por su impacto negativo sobre la floración de retorno a la que disminuyen consistentemente. Los compuestos derivados del etileno, como ethephon, se han utilizado exitosamente como aclarantes en postfloración. Las citoquininas, particularmente las sintéticas como la 6-

Benziladenina (6-BA), han mostrado su eficiencia como aclarantes de frutos y para aumentar el tamaño del fruto en muchas variedades comerciales de manzano. La concentración de la 6-BA y el momento de aplicación son críticos para obtener un aclareo deseable y un tamaño del fruto adecuado. El empleo de estos biorreguladores es esencial para ajustar la carga del árbol, particularmente para variedades de manzano tipo spur como ‘Delicious’, ‘Fuji’ y otras que son difíciles de aclarar químicamente y propensas a la alternancia (Williams y Fallahi, 1999).

## **2.8. Tendencias en el aclareo químico**

El manejo de la carga es un proceso clave para la producción de fruta de calidad. Tradicionalmente, las técnicas de aclareo han tenido como objetivo alcanzar un tamaño mínimo de fruto para que éste sea comercializable. Sin embargo, los consumidores dan cada día más importancia a otros parámetros de calidad como el sabor, el color o la ausencia de defectos, parámetros todos ellos influenciados por el nivel de carga.

La poca disponibilidad de materias activas, la escasa eficiencia en ciertas condiciones meteorológicas, el sinergismo entre materias activas, el corto periodo de posible ejecución y los riesgos de sobreaclareo, dificultan la toma de decisiones.

La situación actual del aclareo puede y debe cambiar radicalmente en muy pocos años, ya que de ello depende la rentabilidad de las plantaciones. Desde la desaparición del Carbaryl en 2009, no hay soluciones óptimas en muchas variedades de manzano. A ello hay que añadir la posibilidad en un futuro de no disponer del ANA, lo que puede condicionar aún más las estrategias de aclareo químico tradicional. En la actualidad se está trabajando en diversos aspectos y algunas empresas están desarrollando alternativas químicas, como el Etephon o la Metamitrona.

El Etephon es un componente activo que tiene eficacia tanto en el aclareo de flores como de frutos, especialmente en estadios avanzados (superior a los 20 mm). Si bien se está utilizando en varios países europeos, en España no está autorizado su uso para aclareo.

Por otra parte, la Metamitrona es un herbicida que está siendo reformulado y evaluado como posible producto de aclareo. Algunos de los ensayos realizados ponen de manifiesto su capacidad para provocar aclareo de frutos en manzano y peral. Es un producto que está en una fase de experimentación con la posibilidad de tenerlo registrado en un futuro próximo.

Ante la falta de nuevos productos para aclareo de frutos, el aclareo de flores tiende a ser cada vez más habitual en las plantaciones europeas. Éste aporta una serie de beneficios sobre el tamaño del fruto y la reducción de la alternancia que puede ser muy importante, aunque siempre hay que sopesar los riesgos ante situaciones de heladas o mal cuajado. En variedades tipo ‘Golden’ o ‘Pink Lady’, donde la eficacia de las materias activas como ANA o 6-BA es más o menos elevada, no es tan crítico el aclareo de flores, aunque aporta beneficios. En variedades tipo ‘Gala’, donde la eficacia del ANA y 6-BA es menor y las floraciones son abundantes, es muy recomendable su utilización. En variedades tipo ‘Fuji’, donde el programa de aclareo químico no tiene garantías suficientes de éxito en la actualidad, y donde el riesgo de alternancia es muy elevado, el aclareo de flores es una técnica fundamental (Estanis, 2012).

## **2.9. Productos químicos empleados para el aclareo.**

Dentro de los aclarantes químicos usados tradicionalmente en fruticultura habría que citar los siguientes:

**DNOC** (4,6-dinitro-orto-cresol) de nombre comercial, Elgetol. Fue el primero de los aclarantes caústicos utilizados en manzano. Hoy en día está bajo estrecha supervisión y ha sido prohibido en numerosos países (U.E., 1999). El Elgetol se utiliza principalmente como aclarante de flor. Por su forma de actuar, “quemando” botones de flor y flores abiertas, es más bien un aclarante de flores que de frutos. Tiene la ventaja de que puede aplicarse a multitud de especies, en épocas muy tempranas y con muy bajo coste (Gil-Albert, 2007).

**Carbamatos.** El **Carbaril** (1-naftil N-metil carbamato), cuyo nombre comercial utilizado es Sevin es el más conocido de esta familia. Son productos

insecticidas clásicos, que inicialmente se aplicaban en peral y manzano para controlar los ataques de carpocapsa (*Cydia pomonella*). Cuando estos tratamientos se hacían demasiado pronto, se observó que se producía la caída de los frutos más pequeños, por muerte de las semillas en formación (inhibe la translocación de auxinas), lo que equivalía a un claro efecto aclarante. Una vez comprobado y ensayado este efecto, su uso para tal fin se ha extendido, aunque con múltiples contraindicaciones (incrementa “Russeting”). Resulta específico, sobre todo de manzano; y su aplicación suele hacerse un poco más tardía, cuando los frutos centrales superan 10/15mm de diámetro C. El uso de este insecticida no está autorizado tras su retirada en 2009 de la UE (Estanis, 2012).

**Ácido naftalén acético (ANA).** Fue realmente el primer aclarante hormonal de frutos (Gil-Albert, 2007). ANA se trata de un fitorregulador de crecimiento de naturaleza auxínica (García de Otazo, 1991). El ANA genéricamente se puede emplear como ácido en forma libre o en forma de sal amida o potásica. ANAm es un derivado del ANA, se ha empleado como aclarante químico en manzano. Su forma de actuación es la misma que la del ANA, así como sus efectos secundarios, pero su acción es menos enérgica en todos los sentidos (García de Otazo, 1991).

**Productos liberadores de Etileno.** Actúan acelerando la capa de abscisión en el pedúnculo de los frutos, provocando su caída. El más utilizado está siendo el Ethrel (ácido cloroetilfosfónico), aunque, lo errático de sus resultados en función de la respuesta varietal, impide la generalización de su uso (Gil-Albert, 2007). El Ethrel induce la síntesis de etileno y provoca la abscisión de los frutos en postfloración (Westwood, 1982).

**Citoquininas. 6-BA** (6-Benziladenina) fue introducido en 1994 como aclarante de frutos (Willensen, 2001). 6-BA es una citoquinina con actividad sobre el crecimiento de los vegetales. Entre los efectos que produce cabe destacar que utilizado en manzano favorece el aclareo y el tamaño de frutos (Vademécum, 2013).

**Otros productos.** Dada la importancia del problema, muchos otros productos químicos se han ensayado, y continúan probándose como aclarantes. De entre ellos se pueden citar 6-metil-2,3 quinoxalina-ditiol-carbonato, el 2-(3-cloro-fenoxi)-

propionamida, el ácido naftil-ptalámico, la Hidrazida maleica, el placobutrazol, el ácido giberélico, y otros muchos. Ninguno de ellos ha superado en lo que se refiere a los efectos aclarantes, la fase experimental (Gil-Albert, 2007).

### 2.10. Aclareo químico con Metamitrona.

El nombre químico de la metamitrona es 4-amino-4,5-dihidro-3-metil-6-fenil-1,2,4-triazin-5-ona. La sustancia activa de este producto es la triazinona, materia sistémica con actividad herbicida de preemergencia y postemergencia, selectiva, absorbida por vía radical y algo por las hojas y traslocada en sentido acrópeto. Se presenta en forma de gránulos dispersables en agua para pulverización al suelo (Vademecum, 2013).

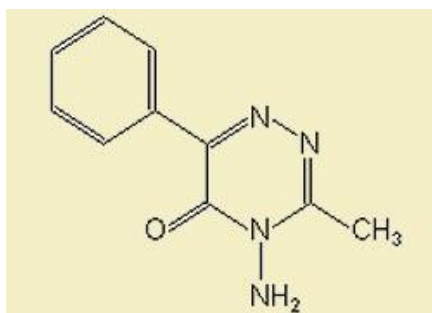


Figura 2.8. Formula química de la metamitrona. Fuente: <http://www.agropages.com/agrodata/Detail-2957.htm>

Su mecanismo de acción consiste en bloquear la reacción de Hill, afectando al fotosistema II de la fotosíntesis. La inhibición de la fotosíntesis aumenta con la intensidad de luz. Los síntomas típicos de su actividad se manifiestan cuando comienza la inhibición de la síntesis de pigmentos cloroplásticos. Normalmente las hojas jóvenes se ven más afectadas que las viejas. La clorosis se hace más patente primero en los nervios de las hojas, luego se extiende a los espacios internervales; y finalmente las hojas se secan o necrosan, cuando se usa a la dosis indicada para conseguir su efecto herbicida.

La metamitrona, usada como herbicida, es más eficaz sobre especies de hoja ancha que en gramíneas. La fotodescomposición es la más importante vía de degradación. Bajas temperaturas y humedad retardan la degradación, y la



metamitrona se hace de ligera a moderadamente persistente; su vida media es de 51 días. La probabilidad de que alcance las aguas subterráneas es baja, a menos que llueva intensamente después de aplicada. En la recolección no se detectan residuos ni en el suelo ni en la remolacha, cultivo en el cual es habitual su uso. (Vademécum, 2013).



Figura 2.10. Moderada fitotoxicidad en hoja de manzano 15 días después del tratamiento con metamitrona. Fuente: Dorogoni (2007).

Según Dorogoni (2007), respecto a su actividad como molécula participe del aclareo de frutos, en manzano se obtuvo un aclareo intensivo pero selectivo. A pesar de su actual registro como herbicida, ha sido propuesta recientemente por el grupo EUFRIN como molécula de alto potencial para el control de la carga frutal. En la Estación Experimental (OVB) de Jork, (Alemania) se ha comprobado que la metamitrona a dosis bajas reduce la fotosíntesis y por lo tanto aumenta la caída de frutos. En principio actúa de manera similar a la sombra, haciendo hincapié en la competencia entre brotes y fruto, por lo tanto se produce una falta de fotoasimilados y posterior caída de frutos. La metamitrona aunque no está actualmente certificada en Europa como sustancia para el aclareo, muestra un gran potencial para el control de la carga de cosecha. Uno de sus puntos clave es la respuesta según dosis, ya que la cantidad del ingrediente activo aumenta considerablemente la eficacia. Otro aspecto importante es la flexibilidad de uso, ya que aclara varios cultivares, desde los relativamente fácil de tratar como 'Golden Delicious' hasta los más difíciles, tales como 'Fuji'. Su simplicidad y modo de acción "universalmente eficaz" sugiere que, a diferencia de otras sustancias a base de hormonas, cuya actividad está fuertemente

ligada a los cultivares específicos, la metamitrona puede cubrir un amplio espectro de cultivares de manzana, así como otras especies (Dorogoni, 2007).

Clever (2007) sobre manzano “Elstar Elshof” mostró que la metamitrona aplicada una vez a 350 ppm, tiene efectos similares al Ethepon. Un aumento del efecto se obtiene si se aplica un segundo tratamiento 10 días más tarde. No se observó ningún daño fitotóxico. Los efectos de las aplicaciones foliares de metamitrona sobre el fotosistema II se expresan en la inhibición de la fluorescencia de la clorofila. Si se compara este hecho en melocotoneros y perales, los efectos de la metamitrona en referencia a la fluorescencia de la clorofila son más persistentes en manzano que en melocotonero. Los inhibidores fotosintéticos también pueden ser utilizados para mejorar la actividad de agentes químicos existentes para el aclareo de frutos.

### **2.11. Aclareo químico con 6-Benziladenina.**

La 6-Benziladenina (6-BA), cuyo nombre químico es N-6-benziladenina o 6-benzilaminopurina. Este fitorregulador es una citoquinina con actividad sobre el crecimiento de los vegetales. Además, estimula al RNA en la síntesis de las proteínas y tiene poco poder de traslocación. En el suelo se degrada a menos del 10% de la dosis aplicada en unas 2 semanas.

Respecto a su campo de actividad, el efecto que produce en los vegetales depende de la especie/variedad sobre la que se aplique, estado fenológico en que se encuentre y de la dosis. Entre los efectos que produce cabe destacar que utilizado en manzano favorece el aclareo y el tamaño de frutos. Se clasifica dentro de la categoría A según su ecotoxicología y es compatible con las abejas (Vademécum, 2013).

La 6-BA es un aclarante químico efectivo en muchos cultivares de manzanos. Sin embargo, poco se sabe acerca de su modo de acción como químico para el aclareo. La 6-BA tiene un efecto sobre el aclareo de frutos cuando se aplica en la etapa de desarrollo de fruto que se corresponde con un diámetro de 10 mm a una dosis de 50 a 100 mg · L<sup>-1</sup>, y tiene mejor efecto aclarante cuando se aplica directamente a las hojas más que a los frutos. La abscisión de manzanas pequeñas

después de la fecundación y durante 'la caída de junio' se ha atribuido a la competencia por los metabolitos esenciales, incluyendo fotoasimilados, entre frutos individuales y entre frutos y brotes vegetativos. Con la retirada del extremo del brote se reduce la abscisión de frutos (Yuan et al., 2000).

Desgraciadamente, su eficacia como producto de aclareo es limitada en algunas variedades y se reduce cuando el fruto supera los 14 mm (Estanis, 2012).

La 6-Benziladenina fue señalada por Greene y Miller (1984) como un excelente inductor de la abscisión de frutos en varios cultivares de manzano, aplicado en postfloración entre 100 y 200 mg·l<sup>-1</sup>. Se menciona que la 6-BA en el aclareo de frutos para manzanos “McIntosh”, “Delicious”, “Golden Delicious”, “Mutsu”, “Empire” y “Abas”, en concentraciones de 75 a 100 mg·l<sup>-1</sup> es suficiente. La 6-BA aplicada en la fase de división celular, incrementa el tamaño del fruto, induce una pulpa más firme y aumenta la concentración de sólidos solubles; esto se debe al parecer a un incremento de células por fruto, favoreciendo al mismo tiempo la floración del próximo ciclo (Nieto-Ángel et al., 2001).

De acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las condiciones claves para un tratamiento exitoso con la 6-BA son una temperatura de 18 °C en el día de aplicación y durante los siguientes 1-2 días, y un diámetro de 10-12 mm para frutas centrales en madera de dos años de edad. Estas recomendaciones han sido verificadas por diversos ensayos realizados por los miembros del grupo EUFRIN. Clever (2007) mostró que la 6-BA presenta sólo un ligero efecto de aclareo que probablemente se correlaciona con bajas temperaturas durante la aplicación. El clima de la región del Bajo Elba, lugar donde realizó los ensayos, le lleva a considerar que el efecto de la temperatura es un factor más importante que el tamaño de la fruta para la determinación del momento de aplicación de 6-BA (Clever, 2007).

Ambrozic et al. (2010) comprobaron que el empleo de 6-BA disminuye el cuajado y muestra interacción significativa con las aplicaciones de nitrógeno al suelo. En presencia de un excesivo aporte nitrogenado en la fertilización, es necesaria mayor cantidad para obtener un nivel satisfactorio de aclareo. Una cantidad moderada de fertilizantes nitrogenados y un aclareo con 150 ppm de 6-BA

permite obtener el peso medio más alto del fruto en manzano cv. 'Golden Delicious'. Al decidir acerca de la dosis de 6-BA para el aclareo, la fertilización nitrogenada debe tenerse en consideración, porque el mismo tratamiento de aclareo acompañado de una aportación excesiva de nitrógeno podría dar lugar a un débil aclareo, menor peso de la fruta, cierta madurez avanzada y peor postcosecha (Milic et al., 2012).

En manzanos cv. 'Golden' y cv. 'Idared' el aclareo a 100 mg l<sup>-1</sup> y 50 mg l<sup>-1</sup> sobre una amplia gama de diámetros frutos reduce significativamente el número de frutos por árbol si se aplica al final de la floración o cuando el diámetro de los frutos pequeños eran 6, 15 o 20 mm. Sin embargo el aclareo no es efectivo al ser aplicada en plena floración o con diámetros de 10 ó 20 mm. Sin embargo, el aclareo no es efectivo al ser aplicada en plena floración o con diámetros de 10 ó 25 mm. En cuanto a los ensayos sobre cv. 'Idared', la respuesta de aclareo fue significativa en el caso de rociar la 6-BA al final de floración y con diámetros de fruto de 10 mm. En el ensayo de estos dos cultivares quedó demostrado que la 6-BA podría ser aplicada en un amplio intervalo fenológico, desde el final de período de floración hasta 20 mm de diámetro (Ambrozic et al., 2010).

## **2.12. Aclareo químico en níspero japonés.**

El níspero, como muchos otros árboles frutales, tiene una fuerte tendencia a cuajar más fruta de la que puede desarrollar para conseguir un tamaño comercial. Niveles por encima de 10 frutos por panícula o más son obtenidos en "Algerie" sin aclareo, originando una alta proporción de fruta pequeña no comercial. Hasta ahora, el aclareo manual ha sido el procedimiento usual para aumentar el tamaño en níspero. Esta práctica supone del 25-30% de los costes de producción (Agustí et al. 2000).

### **a) Ácido naftalén acético (ANA)**

El mayor número de trabajos de aclareo químico en níspero japonés ha sido realizado con ANA y sus derivados. La respuesta a los tratamientos con ANA

depende, marcadamente, de la formulación química utilizada, ya sea ácido en forma libre (ANA), la sal amida (ANAm) y la sal potásica.

La aplicación de ácido naftalenacético (ANA) reduce significativamente el número de frutos que inician su desarrollo. Los resultados dependen de la época en la que se efectúe el tratamiento. Esto se explica por el mecanismo de acción de esta auxina para el aclareo de frutos, que provoca el aborto de las semillas en manzana. La concentración aplicada es también un factor esencial en la intensidad de la respuesta (Agustí et al., 2006).

Kilavuz y Eti (1993) compararon los efectos del aclareo manual de flores y la aplicación de ANA y ANAm sobre el cuajado de frutos de los cv. Hafif Çukurgobet, Akko XIII y Golden Nugget. En este trabajo se observó que aplicando ANA y ANAm a 25 ppm se obtenían resultados similares en el cuajado de frutos al aclareo manual de flores. Concentraciones superiores causaron sobreaclareo (Kilavuz y Eti, 1993).

Atteyyef y Qrunfleh (1997) estudiaron el efecto del ANA sobre el níspero cv. Tanaka aplicado en diferentes momentos. El ANA aplicado a 20 ppm reduce significativamente el número de frutos cuajados cuando se aplicó en pre-floración y plena floración. Sin embargo, cuando se aplicó en post-floración no produjo diferencias significativas con respecto al control. La calidad del fruto mejoró en respuesta al aclareo. Así, el ANA aplicado en plena floración incrementó el peso del fruto y volumen comparado a los otros estados de aplicación y al control. El número de semillas por fruto y el contenido total en sólidos solubles no se vieron afectados por la fecha de aplicación del ANA.

Agustí et al. (2000) indica que el ANA utilizado a concentraciones entre 10 y 50 ppm, reduce el número de frutos entre un 20% y un 45%, incrementando el diámetro final de éstos entre 2,5 y 5 mm, con respecto a los árboles no tratados. La dosis de 20 ppm reduce en un 30% el número de frutos por panícula e incrementa el diámetro de los frutos en 4,3 mm. Este incremento en el diámetro compensa la reducción del número de frutos, por lo que el rendimiento total del árbol no disminuye significativamente con respecto al control. Aunque concentraciones

superiores reducen progresivamente el número de frutos por panícula, el tamaño medio del fruto no aumenta significativamente en respuesta a dicha reducción, cuando el número de frutos es muy bajo. Los mejores resultados se obtienen cuando los tratamientos se aplicaron entre 10 y 15 días después de plena floración, esto es, cuando son visibles dos o tres frutos por panícula. Si los tratamientos se realizan antes de este estado, el número de frutos por panícula se reduce marcadamente, disminuyendo demasiado la cosecha. Por el contrario, si se atrasa el tratamiento, la efectividad del mismo es baja. Los frutos tratados con ANA muestran un aumento en la concentración de sólidos solubles, una mejora en la coloración y una disminución en la firmeza como consecuencia de un eficaz aclareo. Debido a que estos parámetros determinan el momento de la recolección, el tratamiento con ANA permite adelantarlo. Los efectos del ANA y sus derivados parecen comparables a los conseguidos mediante aclareo manual.

#### **b) Amida del Ácido naftalén acético (ANAm).**

Moreno (2000) aplicando ANAm a 60 ppm en caída de pétalos sobre ‘Algerie’ consiguió un nivel adecuado de aclareo y similar al conseguido manualmente. La realización del aclareo químico no supuso una merma significativa de la cosecha, obteniendo frutos de mayor calibre, más peso y más semillas, con una mejor distribución por categorías comerciales. El aclareo químico también consiguió una mayor precocidad. No se observaron daños por fitotoxicidad en los árboles tratados por el aclarante químico, ni a nivel de inflorescencia, ni de hoja, ni presencia de frutos defectuosos.

Esteban (2001) concluye que el tratamiento de aclareo químico con ANAm a 30 ppm realizado a caída de pétalos, permite obtener frutos de igual calibre y peso que mediante aclareo manual de frutos, aunque con menor precocidad. Sin embargo, la producción por árbol fue superior con incrementos de un 51% con respecto al aclareo manual de frutos ejecutado en febrero. Por otro lado el ANAm a concentraciones de 60 ppm disminuyó eficazmente el cuajado, pero paradójicamente no mejoró significativamente el calibre de los frutos, quizás por la depresión inicial que el producto causa sobre el crecimiento del fruto.

Cuevas et al. (2004) demuestran la fiabilidad de la ANAm y la notable reducción de los costes que supone su uso en níspero japonés. Estos ensayos tuvieron lugar durante tres campañas sucesivas. La campaña 1989/1999 en la que se compara la aplicación de ANAm a  $60 \text{ mg l}^{-1}$  con árboles sin aclareo. En 1999/2000 se ensayaron diferentes aclarantes, entre ellos ANAm a  $30 \text{ mg l}^{-1}$ , Ethrel y el aclareo manual. Durante 2000/2001 se determinó la fecha óptima para el tratamiento con ANAm, la dosis óptima así como el uso de mojanter. Como resultados se obtuvo que el aclareo con ANAm proporcionó una mejora en el tamaño del fruto (una media de incremento del 34% en peso y 11% en diámetro para  $30 \text{ mg l}^{-1}$  y 68% en peso y 18% en diámetro para  $60 \text{ mg l}^{-1}$ ) y un avance en la maduración que permitió una cosecha más temprana. La fecha efectiva para el aclareo con ANAm es el final de la plena floración. Una semana de retraso (caída de pétalos) originó un pequeño aclareo, mientras que un retraso de tres semanas (cuajado inicial) no proporcionó ninguna respuesta. Además, a pesar de la prolongada floración, no se encontraron ventajas en dividir la dosis de ANAm. Una segunda aplicación durante la plena floración una semana más tarde no fue efectiva, subrayando que ANAm aclara solamente frutos muy jóvenes. Los autores concluyen que una aplicación de  $30 \text{ mg l}^{-1}$  de ANAm al final de floración consiguió un nivel de aclareo adecuado con un coste alrededor de los 100 € por hectárea, frente a los 1800 € por hectárea que suponen el aclareo manual.

Agustí et al. (2000) aclararon eficientemente “Algerie” usando  $20 \text{ mg l}^{-1}$  de ANA, y su sal potásica, con un agente mojanter. Sin embargo, el tratamiento con  $20 \text{ mg l}^{-1}$  de ANAm causó una excesiva abscisión de frutos, con una reducción de la cosecha del 37 % con respecto al aclareo manual, de un 42% en comparación con los árboles tratados con la formulación de ácido libre y de más de un 50% en comparación con los árboles tratados con la formulación de sal potásica (Agustí et al., 2000). Ello está en claro contraste con los resultados de Cuevas et al. (2004) y con lo observado en peral y manzano donde el efecto más moderado del ANAm permite una concentración superior a la de ANA (Williams, 1979; Wertheim, 2000).

Lin et al. (1999) recogen que el ANA y la ANAm, aplicados en concentraciones de 25, 50 ó 100 ppm como aclarantes de frutos de níspero, provocan

que los frutos de los ramos aclarados se desarrollen más rápidamente que los frutos procedentes de ramos no aclarados, efecto que se presume común a todos los cultivares.

El aclareo químico con ANA y ANAm no tienen tampoco efectos negativos sobre la piel del fruto (Lin et al., 1999). Agustí et al. (2000) en sus ensayos le atribuye al ANAm un aclareo excesivo comparado con el ácido libre o la sal de potasio, efecto que atribuye a su capacidad para reducir el número de semillas por fruto. Cuevas et al. (2004) no observaron, por el contrario, reducción alguna en el número de semillas.

Los efectos de la ANAm sobre las semillas pueden suministrar indicios sobre el modo de acción para aclareo en níspero. Wertheim (2000) sugiere que el modo de acción del ANAm está relacionado con el desequilibrio hormonal en frutos en desarrollo, especialmente sobre el transporte auxínico, que reduce el suministro de asimilados. En este contexto, se establece una competición entre los frutos más avanzados y fuertes que causan la caída de los frutos más débiles. Cuevas et al. (2004) encontraron en algunos años un pequeño, aunque significativo, incremento en el número y tamaño de las semillas, que sugiere que el ANAm aclara basándose en la capacidad como sumidero de los frutos, en parte determinada por su contenido en semillas, derribando los frutos más débiles con menos semillas.

Los efectos positivos del ANAm también han sido contrastados en ramos secundarios. Las panículas secundarias son normalmente quitadas manualmente, sin embargo, cuando se realizan aplicaciones de ANAm, las panículas secundarias son capaces de engordar y madurar dos o tres frutos, siendo su eliminación innecesaria, y permitiendo un incremento en la producción (Cuevas et al. 2004). Los efectos positivos alcanzados por Cuevas et al. (2004), revelan que el aclareo químico en níspero, no solo reduce los costes de producción, sino que también rompe la fuerte dependencia de la mano de obra familiar que limita el tamaño de las explotaciones.

La mayor limitación de ANAm son los efectos variables dentro de los árboles, relacionados principalmente con la posición y el vigor del ramo. Tal efecto ha sido



documentado a menudo en manzano y peral donde las ramas vigorosas son difícilmente aclaradas (Williams, 1979).

### **c) Otros**

Otros productos han sido valorados como aclarantes en níspero japonés aunque en menos ocasiones que el ANA. Tratamientos de aclareo en el cultivar Algerie con ethephon a 1500 ppm, aplicado en caída de pétalos no producen un efecto aclarante (Esteban, 2001). Lin et al. (1999) trataron varios cultivares de níspero japonés con ácido giberélico a 60 ppm y obtuvieron mayor cuajado y mejor calidad del fruto. Por otro lado, los frutos tienen mayor volumen, peso y contenido de pulpa y más bajo peso total de semilla.

No todos los ensayos coinciden en la respuesta al aclareo químico. Productos, fecha y concentración resultan críticos. En ensayos realizados por Agustí et al. (1999) aplicaron ANA (250 ppm), el tioester etílico del ácido-4-cloro-*o*-toliloxicético (Fenotiol) a 20 ppm, Ethephon a una concentración de 1500 ppm, Paclobutrazol (1000 ppm) y Uniconazol (100 ppm) durante la antesis de la flor. Los autores encontraron que mientras que el ANA a 250 ppm produjo sobreaclareo, el Fenotiol, Ethephon y el Paclobutrazol produjeron un aclareo semejante al aclareo manual. Respecto al calibre, el único tratamiento de aclareo que produjo un efecto semejante al aclareo manual fue el Fenotiol. Sorprendentemente la línea de investigación posterior de Agustí y colaboradores se ha concentrado en el uso del ANA y sus derivados.

# MATERIAL Y MÉTODOS

---



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3. 1. Localización y caracterización de la parcela.

Los ensayos se realizaron en una parcela de 1.728 m<sup>2</sup> sobre árboles adultos de níspero japonés cv. Algerie injertado sobre membrillero de ‘Provence’. La parcela se encuentra situada en la comarca agrícola almeriense del Campo de Dalías, en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar “Las Palmerillas”, en el polígono 12, parcela 144 del término municipal de El Ejido (Almería) (Fig.3.1). Este centro se encuentra ubicado en una longitud de 2° 43´ W, una latitud de 36° 47´ N y una altitud de 155 m sobre el nivel del mar. Esta altitud, y su proximidad al mar, hacen que se encuentre libre de heladas pero muy expuesta a los vientos. La exposición a los vientos favorece la aparición de daños en los frutos como el taramado, fisiopatía provocada por el roce del borde aserrado de las hojas con la epidermis del fruto del níspero.



Figura 3.1. Vista aérea de la Estación Experimental de la Fundación Cajamar “Las Palmerillas”. Fuente: SIGPAC. En el rectángulo se aprecia la parcela en estudio.

### 3. 2. Clima.

Según la clasificación de Papadakis, la zona presenta un tipo climático mediterráneo semiárido subtropical, con un régimen térmico subtropical semicálido (Su), con tipo de invierno citrus (Ci) y tipo de verano Gossypium (g), y un tipo de régimen de humedad mediterráneo semiárido (me). Según las variedades climáticas comarcales propuestas por Capel (1988), la zona presenta un tipo climático mediterráneo semiárido subdesértico o subtropical. Este de clima se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales suaves, que oscilan entre los 15 y 21 °C, registrándose máximas absolutas en julio que pueden superar los 40 °C y mínimas absolutas que no suelen alcanzar los 0 °C debido a su proximidad al mar y su escasa altitud.

El régimen térmico de la zona se caracteriza por una temperatura media anual de 18,3 °C, siendo enero el mes más frío (12,3 °C) y agosto el más cálido (25,8 °C). La temperatura media de las máximas es de 22,8 °C y la media de las mínimas es de 14,2 °C. La temperatura máxima absoluta ha sido de 40,9 °C en el mes de julio de 1994 y la mínima absoluta 0,7 °C, en el mes de enero de 1985.

Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre los 250 y 400 mm y presentan un carácter marcadamente estacional, concentrándose en otoño e invierno, con una sequía estival muy marcada. La irregularidad interanual de las precipitaciones se pone de manifiesto con periodos que superan los cinco o seis años de sequía con otros más húmedos (Capel, 1988). La evaporación media anual, medida en un tanque evaporimétrico Clase A ubicado en la misma finca (Epan) (Fig. 3.2), es de 1.922 mm, lo que resulta en una  $ET_o$  de 1.283 mm. La evaporación media mensual es de 166 mm con un máximo en julio de 275 mm y un mínimo en diciembre de 72 mm.

El número medio de horas de sol acumuladas en un año es elevado con 3.275. La radiación global media anual es de 4,7 kWh·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>, con una radiación global máxima de 11,5 kWh·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup> y una radiación global mínima de 0,1 kWh·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>. La radiación PAR media anual es de 36 E·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>, con un máximo de 75,3 E·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup> y un mínimo de 0,5 E·m<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>.

Por último, los vientos dominantes de la zona son de componente oeste con rachas máximas que en algunas ocasiones han superado los 100 km·h<sup>-1</sup>.



Figura 3.2. Vista del tanque evaporimétrico clase A utilizado para la programación del riego.

### 3.3. Descripción del suelo.

La zona de ensayo está constituida por una extensión suavemente ondulada, rodeada al sur y al este por el Mar Mediterráneo y limitada al norte por la Sierra de Gádor, en cuya base aparece un conglomerado poco importante y por encima una formación margosa. Sobre esta base aparecen margas arenosas, arenas semi-profundas y calcarenitas (MOPT, 1991).

El suelo está compuesto por un horizonte superficial (0-10 cm) de textura franco-arcillo-arenosa (46,62% arena; 29,28% limo; 24,11 % arcilla). El siguiente horizonte, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces activas del cultivo (10-30 cm), es de textura franco-arenosa (64,95% arena; 19,29% limo; 15,77% arcilla). La textura franco-arenosa implica una baja capacidad de retención de agua por parte del suelo, siendo el contenido de humedad gravimétrica medido a capacidad de campo del 13,4 %, mientras que en el punto de marchitez permanente es sólo del 5,1 %. El suelo presenta una elevada proporción de materia orgánica en las primeras capas y es ligeramente básico (pH=8.73). Los niveles de calcio activo y nitrógeno aceptables, las cantidades de fósforo asimilable poco significativas y no presenta problemas de salinidad (Anexos).

### 3.4. Material vegetal.

El ensayo se han realizado durante la campaña 2012/2013, sobre una plantación de níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivar ‘Algerie’, injertado sobre pie de membrillero (*Cydonia oblonga* Mill.) de ‘Provence’. La variedad ‘Algerie’ procede de una semilla germinada en Argelia y multiplicada comercialmente en la provincia de Alicante (Rodríguez, 1983). Esta variedad es vigorosa, de porte erecto con tendencia a la verticalidad. ‘Algerie’ florece en noviembre y madura sus frutos en abril-mayo. Es muy productiva, presenta buena resistencia al transporte y a la manipulación y además es excelente para la industria. Por otra parte ‘Algerie’ es una variedad muy sensible a la mancha morada, fisiopatía específica del cultivo, mientras que presenta cierta resistencia al moteado (*Fusicladium eriobotryae*). Sus hojas son de color verde oscuro con los bordes aserrados en el último tercio y el ápice puntiagudo (Rodríguez, 1983). El fruto es redondeado-alargado, con un peso medio de 55 g y una media de 2,3 semillas (Martínez-Calvo et al., 2000a).

La piel del fruto es áspera de color amarillo anaranjado y fácil pelado. La pulpa es de color amarillo crema, jugosa, con sabor agridulce y consistencia firme (Rodríguez, 1983). En el momento de la madurez comercial el contenido en sólidos solubles totales es de 10,9 °Brix y su acidez es de 13,35 g de ácido málico·l<sup>-1</sup> de zumo (Martínez-Calvo et al., 2000b). Las hojas de esta variedad tienen una longitud media de 30 cm y una anchura media de 10 cm, son de un color verde oscuro, con el margen aserrado en el último tercio, un ápice puntiagudo y un peciolo largo.

El portainjerto más utilizado en el cultivo del níspero japonés después del franco es el membrillero, que se caracteriza fundamentalmente por su carácter enanizante, permitiendo plantaciones de mayor densidad. El patrón membrillero confiere además una más rápida entrada en producción, presenta una mayor tolerancia a la salinidad y a la sequía y resiste más la asfixia radicular (Rodríguez, 1983).

La plantación objeto de estudio se estableció en febrero de 1992. Presenta una densidad de plantación de 400 árboles por ha, dividida en cuatro setos. Los árboles se disponen a un marco de 6 x 4 m, con un total de 72 árboles distribuidos en 4 filas.

Las filas están orientadas de este a oeste. El sistema de formación es en vaso libre, con la cruz formada a unos 60-80 cm de altura (Fig. 3.3).



Figura 3.3. Vista de la parcela de ensayo.

El sistema de riego es localizado, con goteros autocompensantes que emiten  $2,3 \text{ l h}^{-1}$  integrados a 0,75 m en tubería de 17 mm de diámetro, disponiendo dos tuberías por fila. La fertilización se aplicó mediante el sistema de riego. El mantenimiento del suelo se realizó mediante la eliminación de malas hierbas por medio de herbicidas y de forma mecánica en la proximidad del árbol.

### **3.5. Diseño experimental y tratamientos.**

Los ensayos de aclareo químico están concebidos como alternativa al aclareo manual y al aclareo químico con ANAm. Para ello se establecieron los tratamientos que describen a continuación:

- 1) Amida del ácido naftalén acético (ANAm), aplicado a una concentración de 45 ppm en plena floración.
- 2) Amida del ácido naftalén acético tardío (ANA\*m), aplicado a una concentración de 45 ppm pasada la plena floración.
- 3) Metamitrona (MET), aplicado a 350 ppm en el estado de frutos en recién cuajados.
- 4) 6-Benziladenina (6-BA), aplicado a 125 ppm en el estado fenológico de frutos recién cuajados.

Estos tratamientos se realizaron con mochila atomizadora de presión manual, con un consumo de 4 L por árbol.

5) Testigo sin aclarar (SA), donde a todos los frutos que cuajaron naturalmente proseguieron su desarrollo hasta la recolección.

6) Aclareo manual (AM), que consistió en la eliminación en floración de los 2/3 superiores de todas las panículas de cada árbol, dejando las dos ramificaciones basales, y posteriormente, cuando se observan los frutos recién cuajados (24/12/12), los cuatro de mayor tamaño y mejor situados.

La aplicación del ANAm se realizó el 30 de octubre de 2012 a las 8 horas. En este tratamiento se aplicó un gasto equivalente a 1000 L/ha. Durante el momento de aplicación la velocidad media del viento fue de  $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , y la racha máxima de viento de  $2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , la humedad relativa del aire fue del 89,7 %, la temperatura máxima de  $17,1^{\circ}\text{C}$  y la temperatura mínima de  $15,0^{\circ}\text{C}$ . A las tres horas de esta aplicación se produjeron lluvias importantes. Debido a esta circunstancia y para asegurar que este tratamiento no se había lavado por las precipitaciones, se repitió el tratamiento en otros cuatro árboles el día 2 de noviembre de 2012 con la misma concentración de ANAm (45 ppm). En este caso la aplicación de ANAm más tardía tuvo un gasto mayor de 1666 L/ ha. Durante este día, en el momento de aplicar, la velocidad media del viento fue de  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , y la racha máxima de viento de  $3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , la humedad relativa del aire fue del 92,3 %, la temperatura máxima de  $18,1^{\circ}\text{C}$  y la temperatura mínima de  $16,4^{\circ}\text{C}$ .

El día 16 de noviembre de 2012 se realizaron los tratamientos de los productos alternativos al ANAm, el tratamiento con 6-Benciladenina a 125 ppm (Producto comercial Maxcel®, al 1,98%) y el tratamiento con Metamitrona a 350 ppm (Producto comercial Roden®). Durante el día, en el momento de aplicar, la velocidad media del viento fue de  $5,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , con rachas máximas de  $7,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , la humedad relativa del aire fue del 79,2 %, la temperatura máxima de  $18,8^{\circ}\text{C}$  y la temperatura mínima de  $17,3^{\circ}\text{C}$ .



El diseño experimental seguido fue totalmente al azar con cuatro árboles por tratamiento como repeticiones (Fig. 3.4). En cada árbol, se marcaron ocho ramos situados a la altura del observador alrededor del mismo.

N ↑		SETO 1				SETO 2				SETO 3				SETO 4				Ensayo MET
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	ANAm-1	P	0	0	SA-2	SA-3	ANAm-4	0	ANA*m	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	AM-1	x	6-BA-1	AM-3	6-BA-2	6-BA-3	SA-4	AM-4	6-BA	
0	0	0	ANA*m-1	0	0	ANA*m-2	MET-1	MET-2	ANAm-2	x	AM-2	0	MET-3	MET-4	0	6-BA-4	AM	
0	0	0	ANA*m-3	0	0	ANA*m-4	SA-1	ANAm-3	0	0	0	0	0	0	0	0	SA	
																	MET	

Figura 3.4. Distribución de la parcela y selección de árboles muestreados.

### 3.6. Parámetros estudiados.

#### 3.6.1. Cuajado inicial y final de frutos.

Sobre los ramos marcados se valoró el cuajado inicial de frutos el 18 de diciembre del 2012. Simultáneamente a la evaluación del cuajado inicial se marcó con una etiqueta el fruto de mayor desarrollo y se midió el diámetro ecuatorial máximo con el objetivo de valorar la existencia de diferencias iniciales entre tratamientos. Usando el mismo procedimiento se valoró el cuajado final el 22 de marzo de 2013 y se volvió a medir el calibre en los frutos previamente marcados.



Figura 3.5. Panícula de níspero en el estado fenológico en que se valoró el cuajado inicial.

### 3.6.2. Producción

La cosecha se llevó a cabo dando varias pasadas de recolección, cogiendo la fruta que presentaba color amarillo-anaranjado uniforme típico de esta variedad (estado fenológico 4) (Pinillos et al., 2007). La fruta recolectada en cada pasada se pesó en campo a pie de árbol con una balanza Mobba V-3000 de precisión 0,1 kg (Fig. 3.6).



Figura 3.6. Frutos recolectados a pie de árbol y balanza para medir producción.

### 3.6.3. Calidad del fruto.

En una pasada representativa para cada tratamiento se tomó una muestra de 20 frutos por árbol (80 frutos por tratamiento). Se determinó para cada fruto el peso, diámetro ecuatorial máximo, color de la epidermis y número de semillas. Para el total de la muestra se determinó el contenido en sólidos solubles totales (SST) y la acidez titulable.

El peso medio del fruto se determinó con una balanza digital de precisión 0,1 g (Figura 3.7.). El calibre (diámetro ecuatorial máximo) se midió con un pie de rey digital de precisión 0,01 mm y posteriormente se realizó la distribución por categorías comerciales según las normas de calidad para frutas y hortalizas (MAPA, 1992) estableciendo cuatro categorías: GGG (>53 mm), GG (46-52 mm), G (39-45 mm) y M (32-38 mm). Para medir el color se utilizó un colorímetro digital (Minolta CR-400), según el espacio de color CIE 1978  $L^*a^*b^*$ . El parámetro  $L^*$  representa la luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco); el parámetro  $a^*$  representa la variación

entre el color rojo (+) y el verde (-) y el parámetro  $b^*$  representa la variación entre el amarillo (+) y el azul (-). En cada uno de los frutos se realizaron 3 medidas, distribuidas a lo largo de la zona ecuatorial del fruto (Figura 3.8).



Figura 3.7. Balanza y pie de rey utilizados en la toma de datos.



Figura 3.8. Determinación del color de la epidermis del fruto con colorímetro digital (Minolta CR-400).

Del zumo obtenido mediante el licuado y posterior filtrado de los 20 frutos de cada árbol se obtuvo el contenido en SST y la acidez. Los SST ( $^{\circ}$ Brix) se midieron con un refractómetro digital modelo Atago PAL-1. La acidez, expresada en gramos de ácido málico por litro de zumo, se valoró con NaOH 0,1 N (Martínez-Calvo et al., 2000) utilizando como indicador el viraje de color con fenolftaleína 0,1 % en una bureta autoenrasante, empleando 5 ml de zumo. Para la agitación y homogenización de la muestra durante la valoración un agitador magnético (Fig. 3.9).

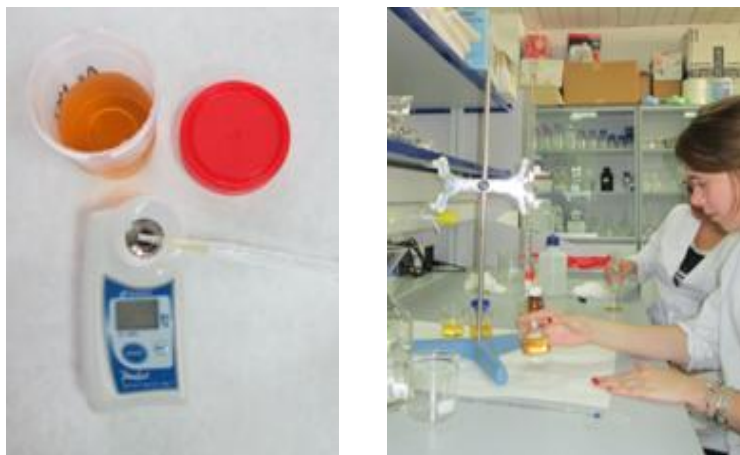


Figura 3.9. Material utilizado para la valoración acidez y refractómetro digital.

Las fechas de análisis fueron diferentes según tratamiento, ya que se realizaron en la pasada más representativa. AM, ANAm y ANA\*m se analizaron el 9 de abril de 2013. La pasada más representativa de los tratamientos más tardíos (MET, 6-BA y SA) se realizó el 23 de abril de 2013.

#### **3.6.4 Precocidad**

Con el objeto de valorar con mayor precisión el efecto de los tratamientos sobre la precocidad de la fruta se recolectaron todos los frutos de los ramos marcados para evaluar su estado de madurez (color de la epidermis, SST y acidez) (Fig. 3.10). Para poder comparar adecuada y precisamente los efectos de los tratamientos sobre el desarrollo del fruto se eligió una sola fecha de recolección para todos los frutos de los ramos marcados de todos los árboles de cada tratamiento. Esta fecha de recolección fue el 18 de abril de 2013, cuando los tratamientos más tempranos alcanzaron el estado fenológico 4 de maduración (Pinillos et al., 2007).



Figura 3.10. Recogida de los ramos marcados y frutos clasificados por tratamientos.

Para estimar la precocidad, también se determinó la fecha de recolección para cada tratamiento como el momento en que se recolectó el 50 % del total de la producción. Para ello, de cada tratamiento se obtuvo la producción acumulada desde el inicio hasta el final de la recolección y se realizó un ajuste a una función de crecimiento logístico de tipo:

$$P_{días} = Pf / (1 + ((Pf - Po) / Po) \cdot e^{-r \cdot días}),$$

Donde  $P_{días}$ , representa la producción acumulada para un número de *día* transcurridos desde el inicio de la recolección;  $Pf$ , se define como la producción potencial máxima acumulada al final de la cosecha;  $Po$ , es la producción al inicio de la cosecha; y  $r$ , es la tasa relativa de crecimiento (France y Thornley, 1984). Con las funciones obtenidas para cada tratamiento, una vez conocida la producción total, se estimó el número de días transcurridos desde el inicio de recolección necesaria para alcanzar una producción acumulada del 50 % y se estableció así la fecha media de recolección para cada tratamiento. Además, se calculó el porcentaje de fruta temprana para cada tratamiento en cada campaña considerando como tal toda la producción recogida antes del 15 de abril (Gariglio et al., 2002).



### **3.7. Análisis de residuos en frutos cosechados.**

El 22/04/2013 se procedió a recolectar muestras de frutos para un posterior análisis de residuos, con el objeto de evaluar la posible persistencia de residuos de los diferentes aclarantes químicos empleados (ANAm, MET y 6-BA). Muestras de 1 Kg aproximadamente se llevaron a los laboratorios de Producción y Sanidad Vegetal situados en el Paraje San Nicolás, La Mojonera (Almería). Este análisis se hizo partiendo de una muestra triturada y homogeneizada de piel y pulpa, separando las semillas. El método de análisis de residuos para los frutos de los tratamientos de ANAm y de 6-benziladenina fue de cromatografía de gases-masa/masa tomando una muestra de 15 g. Para la metamitrona se tomaron 10 g y se realizó el análisis de residuos cromatografía líquida-masa/masa. El límite de determinación para ambos métodos fue de 0,010 mg/Kg. Si la concentración del residuo estuviese dentro del rango de calibración, la cuantificación se realizaría por interpolación con la curva de calibración. Independientemente de la técnica de análisis utilizada los resultados se expresaron en mg de residuo por kg de muestra (ppm) con tres cifras decimales y redondeándose los resultados cuando fuese necesario.

### **3.8. Respuesta fotosintética del níspero a concentraciones crecientes de metamitrona.**

En este ensayo se evaluó la respuesta fotosintética del níspero a concentraciones crecientes de metamitrona en función del tiempo. El ensayo se realizó a finales de mayo, teniendo como principal objetivo identificar indirectamente las concentraciones de metamitrona con capacidad aclarante, relacionada con un descenso fotosintético, ya que este herbicida interfiere en la fotosíntesis por inhibición de la reacción de Hill en el fotosistema II (Vademécum, 2013).

Se llevó a cabo un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y 8 repeticiones. Los tratamientos consistieron en concentraciones crecientes de este herbicida: 175, 350, 700 y 1400 ppm y un control que estuvo representado por una aplicación de agua. En un mismo árbol de la misma parcela de los ensayos de aclareo se marcaron 8 hojas por tratamiento. Las hojas eran sanas,

jóvenes y bien expuestas (Figura 3.12). Las diferentes concentraciones de herbicida se aplicaron con ayuda de una brocha, tanto en el haz como en el envés de las hojas marcadas. Se determinó la tasa fotosintética en diferentes momentos: día 0 (antes de aplicar los tratamientos), día 1 tras la aplicación, día 2, día 4 y día 7. Las medidas se realizaron con un medidor de intercambio gaseoso portátil CIRAS-2 de PP-System (Hitchin, Reino Unido). El medidor de intercambio gaseoso CIRAS-2 consiste en un analizador diferencial de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O por infrarrojos, no dispersivo, con cuatro canales de medida. De los cuatro canales de medida, dos se utilizan como referencia (uno para CO<sub>2</sub> y uno para H<sub>2</sub>O) y los dos restantes para análisis. El equipo nos da parámetros calculados de fotosíntesis neta ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ ), de transpiración ( $\text{mmol}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ ), de conductancia estomática ( $\text{mmol}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ ), de CO<sub>2</sub> dentro de la hoja (ppm) y de la presión diferencial de vapor (Mbar).



Figura 3.12. Aplicación de los tratamientos de metamitrona y aparato de medida.

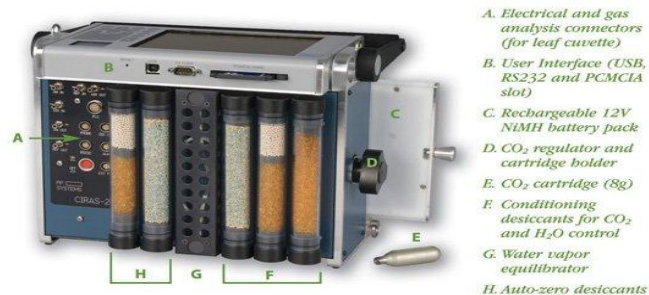


Figura 3.13. Partes del aparato de medida CIRAS-2.

#### **4.1. Tratamientos de los registros.**

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico Statistix, con el que se realizó un análisis de varianza ( $p < 0,05$ ) y separación de medias cuando procede mediante el test de Tukey para un nivel de confianza del 95%.



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Cuajado de frutos.

Este apartado muestra los resultados relativos a cuajado de frutos, esto es, a la conversión de flor en fruto y su engorde en respuesta a los tratamientos de aclareo manual y aclareo químico con diferentes materias activas y/o momentos de aplicación.

#### Cuajado inicial de frutos.

El cuajado inicial de frutos osciló entre 3,3 y 15,9 frutos/panícula dependiendo del tratamiento de aclareo practicado (Fig.4.1). El tratamiento con ANAm aplicado en condiciones de día nublado (identificado en adelante tan sólo como ANAm) y el tratamiento de aclareo manual de flores presentaron un cuajado inicial de 3,3 y 6,7 frutos/panícula respectivamente, valores que se consideran cercanos al nivel de 4-5 frutos/panícula, estimado como óptimo para esta variedad (Leiva-Rus, 1999). El ANAm disminuyó el cuajado inicial un 76,7% respecto al tratamiento sin aclareo (SA), mientras que esta misma sustancia aplicada una semana más tarde en día soleado (tratamiento de ahora en adelante como ANA\*m) solamente redujo el cuajado inicial un 19,8% dejando los ramos con un valor promedio de 11,5 frutos/panícula. Los árboles tratados con metamitrona (MET) y 6-Benziladenina (6-BA) tuvieron un cuajado inicial medio de 13,0 y 15,9 frutos/panícula, valores muy cercanos al tratamiento sin aclareo que obtuvo 14,4 frutos/panícula, y que expresan su incapacidad para reducir el cuajado inicial de frutos de un modo significativo. El análisis de la varianza muestra la existencia de diferencias significativas (Fig. 4.1.) un grupo de tratamientos efectivos (AM y ANAm) y el resto que no han aclarado ( $p=0,0001$ ).

Es oportuno reseñar aquí el dispar comportamiento que una misma materia activa, la ANAm, presentó al aplicarlo en diferente fecha, con los árboles en diferente estado fenológico y con diferentes condiciones atmosféricas en el momento de aplicación. El tratamiento más temprano (ANAm) resultó eficaz, mientras que la aplicación más tardía mostró un reducido efecto aclarante. La pérdida de efectividad de la ANAm al aplicarla de forma más tardía ha sido previamente demostrada por

otros autores. Según Cuevas et al. (2004) el final de la plena floración es la única fecha efectiva para el aclareo con ANAm. En esta experiencia previa, apenas una semana de retraso originó un aclareo insuficiente, mientras que un retraso de tres semanas no proporcionó ninguna respuesta. A pesar de la prolongada floración, no se encuentran ventajas en dividir la dosis de ANAm ya que una segunda aplicación una semana después de la plena floración es escasamente efectiva, subrayando que ANAm aclara solamente frutos muy jóvenes (Martínez, 2001). Chaudhary et al. (1994) también observaron un nulo efecto de las aplicaciones tardías de ANAm.

Lamentablemente, ninguna de las materias alternativas al ANAm aquí ensayadas mejoró o igualó el nivel de aclareo de frutos proporcionado por el ANAm, a las dosis y en el momento de aplicación de eficacia comprobada en otros frutales de pepita. Todos los tratamientos proporcionaron niveles de cuajado entre moderados y elevados que sugieren una escasa utilidad como aclarantes en el níspero japonés cv. Algerie al menos en las condiciones aquí ensayadas. No obstante, hay que indicar también que no causaron sobreaclareo en ninguno de los casos.

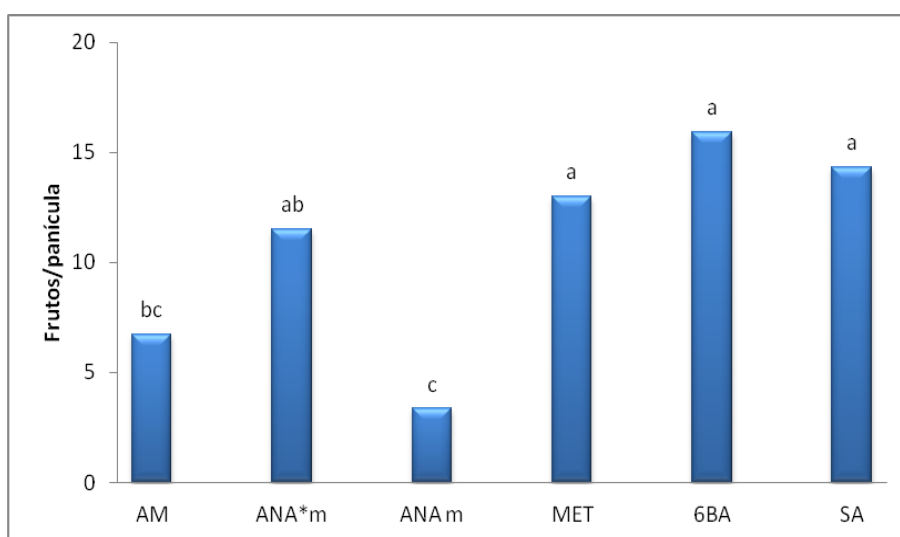


Figura 4.1. Cuajado inicial de frutos (frutos/panícula). Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Una de las razones que justifican en este proyecto la búsqueda de alternativas a la ANAm es la cada vez más estricta regulación europea a este respecto (Dorogoni et al., 2007) y la, en ocasiones, variable respuesta del níspero al tratamiento con

ANAm. Este aspecto ya ha sido discutido en lo referente a la diferente respuesta según momento de aplicación. Sin embargo, es también inapropiada la variabilidad dentro del mismo árbol, con las partes bajas del árbol frecuentemente sobreaclaradas, mientras la copa queda con un aclareo insuficiente. A este respecto Schonherr et al. (2000) argumentan que el empleo de la ANAm para el aclareo de frutos produce efectos impredecibles, debidos a problemas de penetración foliar. Para mejorar la absorción del producto recomienda considerar las condiciones de aplicación: temperatura y humedad relativa presente, pH del agua, etc. En la literatura se refleja que las condiciones óptimas para la aplicación del ANAm son temperaturas de 12 a 15 °C, humedad relativa del aire alta, ausencia de viento y cielos cubiertos. Estas condiciones favorecen la persistencia y lenta absorción del producto por el tejido vegetal. Cuanto más lentamente se evapora el producto aplicado, mayor es el efecto aclarante (García de Otazo, 1991). De los factores medioambientales, la temperatura juega el papel más importante para determinar la respuesta y eficacia del material dado (Williams y Fallahi, 1999). En general, según Gil-Albert (1997) una humedad relativa alta (>75%), temperaturas superiores a 20°C, y lluvias en coincidencia con el tratamiento, incrementan el efecto aclarante.

Durante la primera aplicación de ANAm la temperatura estuvo dentro de este rango óptimo ( $T_{max}= 17\text{ °C}$ ,  $T_{min}=15\text{ °C}$ ). Durante la segunda aplicación, las temperaturas fueron algo superiores ( $T_{max}= 18\text{ °C}$ ,  $T_{min}=16\text{ °C}$ ). Sin embargo, la humedad relativa del aire fue de 89,7% durante la primera aplicación de ANAm, con una velocidad del viento de  $1,24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . En la segunda aplicación de ANAm la humedad relativa fue mayor (92,3%), pero la velocidad del viento alcanzó los  $3,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Esto pudo provocar que la absorción de la ANAm fuese menor, al evaporarse más rápidamente con el viento y con mayor temperatura. Cuanto más lentamente se evapora el producto aplicado, mejor es el efecto aclarante (García de Otazo, 1991). Además durante la aplicación de ANAm más temprana se recogieron de  $14\text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$  de precipitaciones que pudieron mejorar la efectividad del producto. Esta mejora pudo ser debida al mantener las horas tras la aplicación una humedad relativa más alta y una menor radiación solar incidente. Si tenemos en cuenta que la radiación solar media cuando se aplicó ANAm fue de  $1,38\text{ K}\cdot\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$  y con ANAm fue de  $3,21\text{ K}\cdot\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ , conociendo que la ANAm se degrada con luz ultravioleta a la salida del

sol (Schonherr et al., 2000), podemos referirnos a una pérdida de efectividad del segundo tratamiento de ANA\*m debida a la degradación unida además a la menor absorción del producto.

Esta circunstancia se puso de manifiesto en el cuajado inicial de frutos en la aplicación temprana; en este tratamiento el efecto aclarante fue más efectivo.

Los resultados obtenidos con MET y la 6-BA indican que no tuvieron ningún efecto sobre el cuajado inicial, ya que se alcanzaron niveles similares al tratamiento sin aclareo. Uno de los aspectos más comúnmente reseñado en el uso de un aclarante químico es la irregularidad de sus resultados (Martínez, 2001). Irregularidad no solo temporal (en diferentes campañas) o entre árboles incluso de la misma variedad, sino también dentro de un mismo árbol (Cuevas et al., 2004), hecho que queda reflejado en este trabajo y se ha discutido anteriormente.

Mes y medio después de la plena floración, se midió el calibre del fruto con el objeto de valorar el efecto de estimulante de las citoquininas o depresor provocado por el ANAm (Wertheim, 2000) disociándolo del aclareo en sí.

El calibre medido en cuajado inicial para AM fue 12,8 mm, similar al obtenido para SA que fue de 13,2 mm (Fig. 4.2). Cabe destacar que ANAm alcanzó 11,1 mm, un diámetro menor, a pesar de ser el más efectivo en aclareo inicial aunque no hubo diferencias significativas entre AM y ANAm (Fig. 4.2). Solo hubo diferencias significativas entre ANAm y ANA\*m ( $p=0,0280$ ). El calibre de los frutos del tratamiento con ANAm se redujo un 15,5% respecto al SA. El menor tamaño inicial del fruto para el ANAm se puede explicar por el efecto retardante del ANA y ANAm en el crecimiento del fruto en manzano y peral poco después de la aplicación (Wertheim, 2000). Sin embargo, el tratamiento de ANA\*m obtuvo 13,4 mm siendo este valor similar al resto de tratamientos sin reducción del calibre.

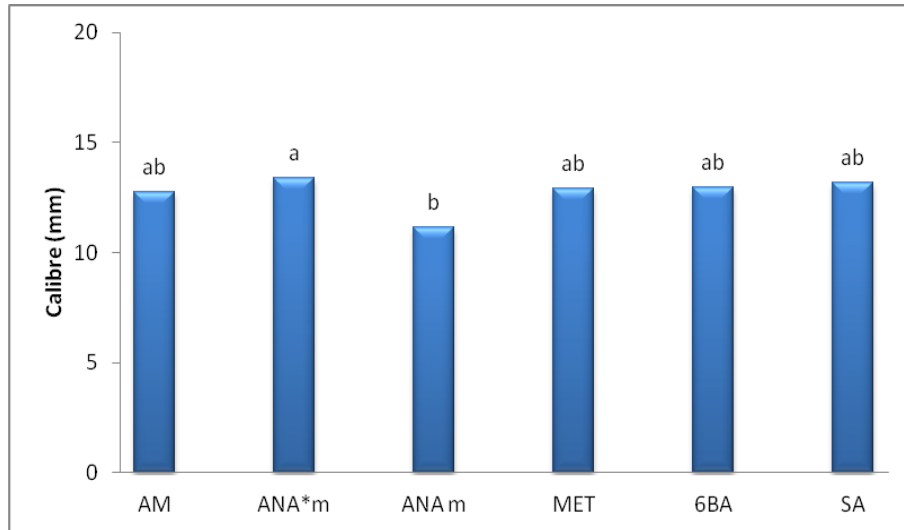


Figura 4.2. Diámetro ecuatorial del fruto de mayor desarrollo valorado en cuajado inicial. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Los tratamientos MET y 6-BA alcanzaron un calibre de 12,9 y 13 mm respectivamente. Según la figura 4.2 todos los tratamientos son iguales a excepción del ANAm que se queda un poco por debajo pero solo con respecto a ANA\*m.

### **Cuajado final de frutos.**

El cuajado final de frutos se midió siete semanas después de la plena floración, en una fecha en la que la caída por competencia ya ha finalizado y la distinción entre frutos realmente cuajados y aquellos con apenas una ligera expansión del ovario es sencilla y rápida. En este momento, los tratamientos ANAm y AM presentaban un valor promedio de 3,0 y 4,0 frutos/panícula, respectivamente, lo que los acercaba al nivel óptimo de aclareo (Figura 4.3). En ensayos anteriores sobre estos mismos árboles el cuajado final en respuesta a la aplicación de ANAm a 60 ppm resultó de 2,5 frutos/panícula (Cuevas et al., 2004). En el tratamiento AM se produjo una reducción casi a la mitad del número de frutos respecto al cuajado inicial debido al aclareo de frutos que se realizó tras el aclareo de flores, este aclareo fue necesario ya que en nuestra zona libre de heladas el aclareo de flores únicamente es insuficiente. Los demás tratamientos tienen valores similares por lo que se puede decir que el níspero tiene una reducida caída por competencia entre frutos. El ANA\*m aplicado

más tardíamente presentó un mayor cuajado final con niveles incompatibles con la consecución de frutos de buen calibre (10,9 frutos/panícula), lo que subraya su menor efecto aclarante. La robustez y fiabilidad del programa de aclareo químico reside, obvio es, en que la variación no sea extrema tanto entre años como entre árboles (y cultivares) y dentro del mismo árbol.

MET y 6-BA alcanzaron un cuajado de 12,0 y 14,0 frutos/panícula respectivamente. El cuajado final de frutos obtenido con estas materias, como se ha comentado con anterioridad resulta excesivo. Dorogoni et al. (2007), al comparar en manzano la práctica de mezclar ANAm+6-BA llega a la conclusión de que esa mezcla puede resultar una alternativa potencial para los futuros años, puesto que el carbaryl se ha retirado del mercado de la UE. Lo cierto es que en nuestros ensayos la única sustancia eficaz ha sido el ANAm, aunque un pase adicional con 6-BA quizás podría mejorar los resultados ya que esta segunda sustancia actúa en una ventana temporal posterior.

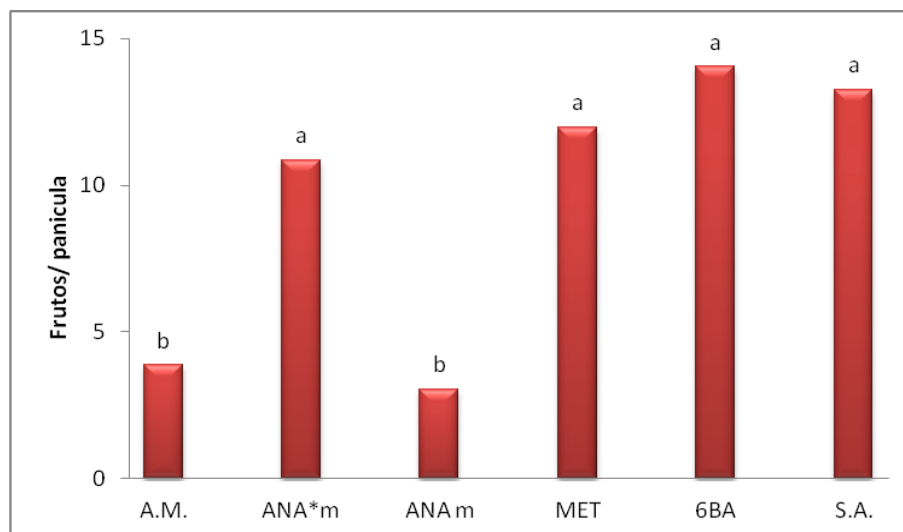


Figura 4.3. Cuajado final de frutos (frutos/panícula) entre los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

El análisis de la varianza realizado sobre el calibre del fruto de mayor tamaño cuando se evaluó el cuajado final (22/03/2012) refleja la existencia de diferencias significativas en este parámetro entre tratamientos ( $p=0,0225$ ). El calibre final,

medido cuatro meses y medio pasada la plena floración, supone una temprana estimación de cómo va el engorde de los frutos tras el aclareo. Así el calibre final en AM presentaba el mayor calibre (36,3 mm). En estas fechas le sigue ya el tratamiento ANAm más efectivo con 33,9 mm. Hay que recordar que el tamaño en el cuajado inicial era el menor de todos los tratamientos, confirmando el efecto inicialmente depresor del crecimiento del fruto de esta materia activa (Wertheim, 2000). La superación de este hándicap inicial gracias a su efecto aclarante (mejor relación fuente/sumidero) coincide con Link (2000) que afirma que en recolección se alcanzan calibres superiores a los árboles sin aclarar a pesar de la supresión inicial que provoca el ANAm.

El ANAn\* y las materias activas alternativas han tenido poco efecto en el ajuste de carga, y este hecho ha repercutido en el calibre final. El escaso efecto sobre el aclareo no ha mejorado el reparto de fotoasimilados, dando frutos de menor calibre. Los tratamientos de MET, 6-BA y SA obtuvieron un calibre de 32,5, 33,8 y 31,8 mm respectivamente (Fig.4.4). La metamitrona por su modo de acción, bloqueando el fotosistema II, pudo ocasionar una leve caída de frutos, aunque no significativa, que mejoró ligeramente el calibre respecto del SA. Por otra parte, la 6-BA podemos ver que también mejoró al SA, esto puede ser debido al efecto de las citoquininas. Entre los efectos que produce la 6-BA destaca que favorece el aclareo en manzano y el tamaño del fruto, este último aspecto pudo ser por el que superó en calibre al SA.



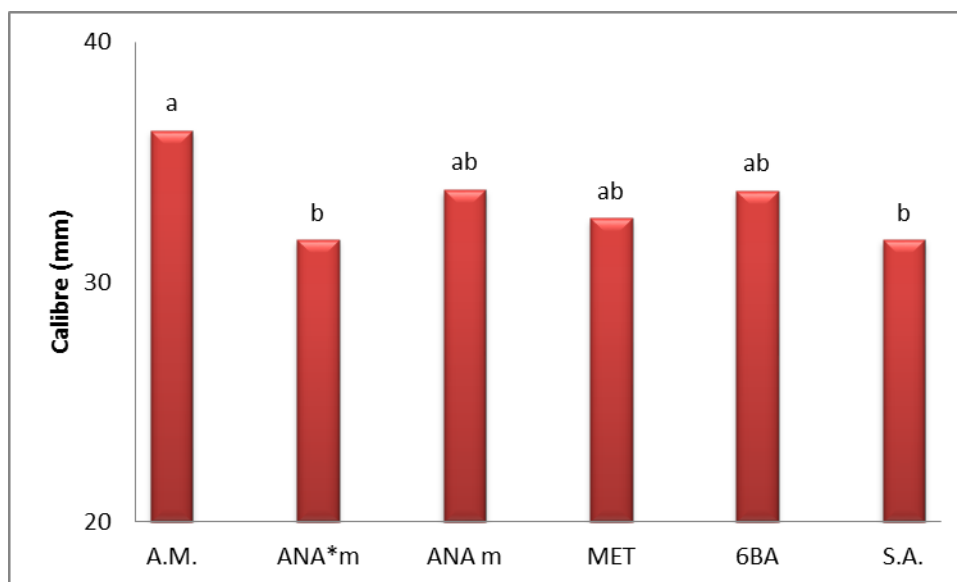


Figura 4.4. Diámetro ecuatorial del fruto de mayor desarrollo valorado en cuajado inicial. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

#### 4.2. Producción y precocidad de la cosecha.

El objetivo del aclareo químico es el incremento en la rentabilidad de la cosecha mediante el aumento del peso y del calibre del fruto y su cotización frente a una merma de la producción que sea económicamente asumible por el productor.

El uso de las distintas formas de aclareo influyó en el nivel de cosecha. La cosecha total mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p=0,0302$ ). En nuestro ensayo, AM fue el tratamiento que alcanzó la menor producción con  $40,7 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$ . El tratamiento con 6-BA tuvo la mayor producción con  $78,5 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$ , seguido de SA con  $74,3 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$ . Los tratamientos ANA\*m y ANAm alcanzaron una producción final similar, con  $51,5$  y  $49,6 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$  respectivamente. MET tuvo una producción de  $56,1 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$ . AM vio reducida su producción en un 48% con respecto a SA, mientras que ANAm redujo la producción un 32%. La aplicación de MET supuso una pérdida de cosecha del 22% (Cuadro 4.1).

Hay que destacar que la campaña 2012-2013 no fue buena desde el punto de vista productivo. En general, la producción fue media-baja y los frutos presentaron calibres reducidos como se verá más adelante. Este hecho puede estar agravado por

la avanzada edad de la plantación, por el incremento en la salinidad del agua de riego y por la falta de vigor de los árboles. Durante esta campaña los árboles han estado afectados por un problema fitopatológico de origen fúngico, al parecer el agente causal de la enfermedad podría ser *Alternaria ssp.* que ha causado defoliaciones en los árboles con la merma en la producción que ello conlleva. Esta última causa unida a las anteriores explica la escasa producción y falta de calidad de la fruta en cuanto a calibre.

Cuadro 4.1. Producción total (kg·árbol<sup>-1</sup>) para los distintos tratamientos de aclareo. Separación de medias por el Test de Tukey (p< 0,05). Letras distintas indican diferencias significativas.

TRATAMIENTO	AM	ANAm	ANA*m	MET	6-BA	SA
kg·árbol <sup>-1</sup>	40,7 b	51,5 ab	49,6 ab	56,1 ab	78,5 a	74,3 ab

Según Agustí et al. (2000), la forma amida del ácido naftalén acético (ANAm) provocó un aclareo excesivo, con una reducción de la cosecha del 37 % con respecto al aclareo manual. No ha sido así en las numerosas experiencias desarrolladas en la E.E de las Palmerillas de la Fundación Cajamar (Cuevas et al., 2004). La disparidad en la respuesta, aquí también observada, subraya la necesidad de ajustar con precisión el momento de aplicación de la ANAm (Cuevas et al., 2004). En nuestro ensayo, la cosecha de los tratamientos del ANAm fue superior al AM, aunque observamos un aclareo excesivo en las partes bajas de la copa. Como ya se ha indicado anteriormente, toda práctica de aclareo de frutos comporta una pérdida de producción y un coste de ejecución, de modo que el aclareo sólo se justifica si la mejora de la calidad del fruto conseguida redundará en una mejora de los ingresos que compensa las pérdidas anteriores. Por este motivo, a continuación, en este trabajo se evalúan los parámetros de calidad del fruto del níspero japonés.

La precocidad en la maduración del fruto del níspero es una característica fundamental para su comercialización, ya que incrementa sustancialmente el valor de la cosecha. El ciclo anual del níspero japonés es inverso al de los cultivos frutales de

clima templado conocidos, lo que permite que los productores obtengan precios elevados por sus frutos, especialmente para cosechas tempranas (Pinillos et al., 2011). Un aclareo de frutos efectivo mejora la relación fuente/sumidero y con ello el desarrollo y maduración del fruto. En este apartado se analiza la respuesta a la aplicación de diferentes materias activas aclarantes en lo relativo al adelanto en la maduración del fruto y en las fechas de recolección.

La recolección de la fruta comenzó el día 21 de marzo. Esto fue así en todos los tratamientos, incluso en el control sin aclareo. La producción de la primera pasada de recolección osciló entre los 3,5 kg/árbol en el tratamiento de AM y 1,0 kg/árbol de fruta apenas cosechados en los tratamientos MET y ANA\*m, sin diferencias estadísticamente significativas existentes entre tratamientos. Los tratamientos de aclareo de frutos más eficaces, AM y ANAm, presentaron una mayor cuantía de fruta recolectada, que representó un 8,6 % de la producción total en el tratamiento de AM y un 5,8 % en la aplicación de ANAm (Fig. 4.5). Sin embargo, en los tratamientos menos eficaces, como son MET y la 6-BA, la escasa cuantía recolectada significó un 2% del total, porcentaje similar al tratamiento SA (Fig. 4.5).

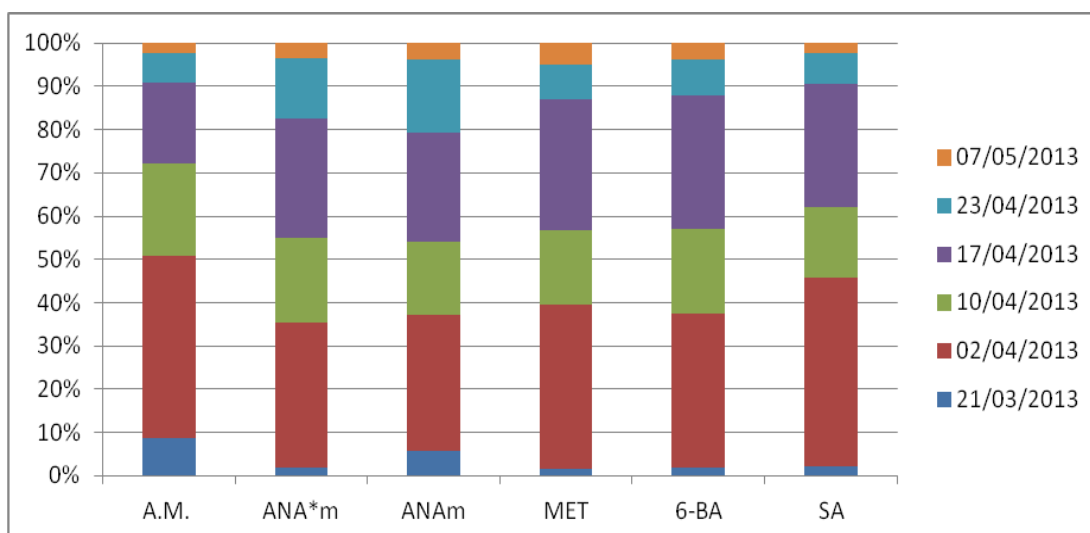


Figura 4.5. Representación porcentual de la cosecha recolectada en cada pasada.

La segunda pasada de recolección se realizó el 2 de abril, dos semanas más tarde que la primera pasada. Esto hizo que en todos los tratamientos fuera la pasada de mayor cosecha. En la segunda pasada, los tratamientos de AM, con 17,2 kg/árbol,

y ANAm, con 15,5 kg/árbol, fueron los menos prolíficos. Los tratamientos SA, con 32,4 kg/árbol, y 6-BA, con 27,8 kg/árbol, fueron, por el contrario, los que más fruta produjeron. Esta apreciación se atenúa si la cuantía de la cosecha se expresa en valores porcentuales sobre el total de cada tratamiento. Nuestros resultados mostraron que el AM fue el más precoz ya que en la segunda pasada de recolección se alcanzó el 50% del total de la cosecha (Fig. 4.5). En el resto de pasadas no hubo diferencias significativas en la cantidad de cosecha recolectada, con la excepción de la cuarta pasada en la que los tratamientos menos productivos presentaron menor producción. Esta diferencia es, en cierto sentido artificial, porque responde al hecho de que en estos tratamientos más eficaces (AM y ANAm) había una mayor proporción de cosecha ya recolectada en las primeras fechas (Fig.4.5).

### **4.3. Precocidad del fruto.**

La precocidad en la maduración del fruto del níspero es una característica fundamental para su comercialización, ya que incrementa sustancialmente el valor de la cosecha. El ciclo anual del níspero japonés es inverso al de los cultivos frutales de clima templado conocidos, lo que permite que los productores obtengan precios elevados por sus frutos, especialmente para cosechas tempranas (Pinillos et al., 2011). Un aclareo de frutos efectivo mejora la relación fuente/sumidero y con eso el desarrollo y maduración del fruto. En este apartado se analiza el efecto de la aplicación de diferentes materias activas aclarantes sobre la maduración del fruto y las fechas de recolección.

La fecha de plena recolección, fecha en la que se alcanza el 50% de la producción, quedó establecida el 2 abril en el tratamiento de AM, siendo por tanto, éste el tratamiento más precoz. La fecha de plena recolección para los tratamientos con ANAm, la MET y la 6-BA fue muy similar, entre el 6 y 7 de abril, mientras que SA alcanzó el 50% de la cosecha el 4 abril (Fig. 4.6). Apenas hay cinco días de diferencia entre AM que fue el más temprano y ANAm que resultó el más tardío.

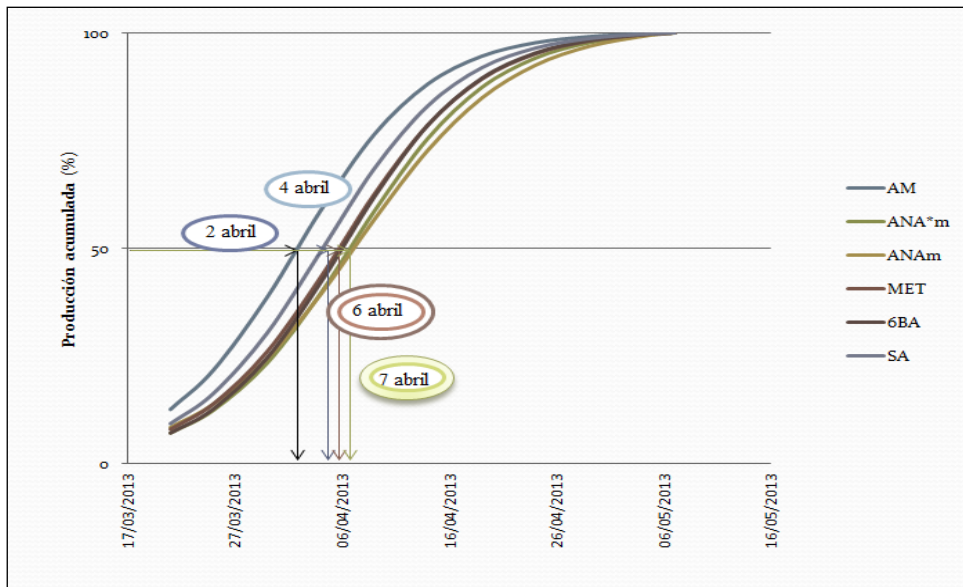


Figura 4.6. Función de producción acumulada y fecha de plena recolección.

La recolección de la fruta comenzó el día 21 de marzo. Esto fue así en todos los tratamientos, incluso en el control sin aclareo. Los tratamientos de aclareo de frutos más eficaces, AM y ANAm, presentaron una mayor cuantía de cosecha, respecto al resto de tratamientos, en la primera jornada de recolección, aunque las diferencias no alcanzaron significación estadística. La producción de la primera pasada osciló entre los 3,5 kg por árbol en el tratamiento de AM y 1,0 kg por árbol en los tratamientos MET y ANA\*m. Estas cuantías representaron un 8,6 % de la producción total en el tratamiento de AM y un 5,8 % en la aplicación de ANAm, mientras que en los tratamientos MET y 6-BA la escasa cuantía recolectada significó que apenas se cosechó un 2%, porcentaje similar al SA (Fig. 4.5).

La segunda pasada de recolección se realizó el 2 de abril, dos semanas después de la primera pasada, y supuso la de mayor cosecha en todos los tratamientos. En esta segunda pasada, el tratamiento AM, con 17,2 kg por árbol, y la ANAm, con 15,5 kg por árbol fueron los tratamientos menos prolíficos. Los tratamientos SA, con 32,4 kg por árbol y 6-BA con 27,8 kg por árbol fueron los que más fruta produjeron. Esta apreciación se atenúa si la cuantía de la cosecha se expresa en valores porcentuales sobre el total de cada tratamiento (Fig. 4.5). En la segunda pasada de recolección se cosechó el 50% del total de la cosecha para AM, y

en la tercera pasada se alcanzó el 70%. El resto de tratamientos no alcanzó el 50% del total de la cosecha hasta la tercera pasada. Esta circunstancia refleja que el AM fue el más precoz. En la cuarta pasada los tratamientos menos productivos (AM y ANAm) presentaron menor producción. Esta diferencia es lógica, porque responde al hecho de que en estos tratamientos había una mayor proporción de cosecha ya recolectada en las primeras pasadas (Fig.4.5).

Además de obtener la fecha de recolección para cada tratamiento, se determinó el porcentaje de cosecha precoz, considerando como tal la fruta recolectada antes del 15 de abril (Gariglio et al., 2002). En todos los casos el porcentaje de cosecha precoz fue muy elevado, entre el 75 y el 90% según el tratamiento. El tratamiento de AM fue el que mayor porcentaje de fruta precoz presentó, alrededor del 90%. El tratamiento SA alcanzó el 85%, mientras que MET y 6-BA superaron el 80%. Por último ANA\*m y ANAm alcanzaron el 78 y 75% respectivamente (Figura 4.7).

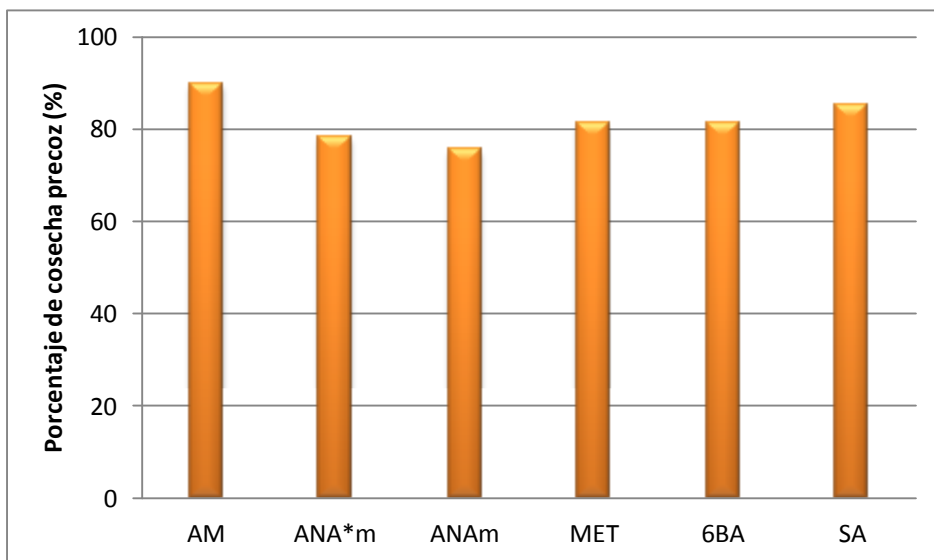


Figura 4.7. Porcentaje de cosecha recolectada antes del 15 de abril en función de los tratamientos de aclareo aplicados.

Otra forma complementaria de evaluar la precocidad consistió en la recolección de los ramos, previamente marcados al inicio del ensayo, para valorar su estado de madurez (color, dulzor y acidez), cuando la mayoría de los frutos del tratamiento más avanzado había alcanzado la madurez. En este ensayo se recolectaron todos los frutos simultáneamente, independientemente de su grado de

desarrollo, lo que implicó la recolección de frutos inmaduros (verdes) en los fue difícil la determinación de los sólidos solubles totales (SST) y de la acidez. Hay que indicar también que algunos frutos de los ramos marcados en los tratamientos más precoces presentaban un avanzado estado de madurez e incluso daños por pájaros, que también hicieron difícil la determinación del color.

En el momento en el que se decidió recolectar todos los ramos (18/04/2013), solamente los tratamientos de aclareo efectivo (AM y ANAm) alcanzaron el contenido mínimo de SST (10 °Brix) que se requiere para su comercialización (Pinillos et al., 2011). En los restantes tratamientos los frutos aún estaban inmaduros, lo que indica un cierto retraso fenológico. Los frutos de AM alcanzaron 11,3 °Brix, el valor más alto, y los tratados con ANAm en aplicación temprana 11,1 °Brix (Fig.4.8). Los tratamientos MET, 6-BA y SA se encontraban con valores cercanos al mínimo de 10°Brix pero inferiores (entre 9,7 y 9,1°Brix), mientras que el tratamiento con ANA\*m con 8,7 °Brix presentó el menor valor (Fig.4.8).

Estos resultados son lógicos y coherentes debido a que los dos tratamientos más efectivos de aclareo (AM y ANAm) han propiciado el esperado adelanto en la maduración del fruto.

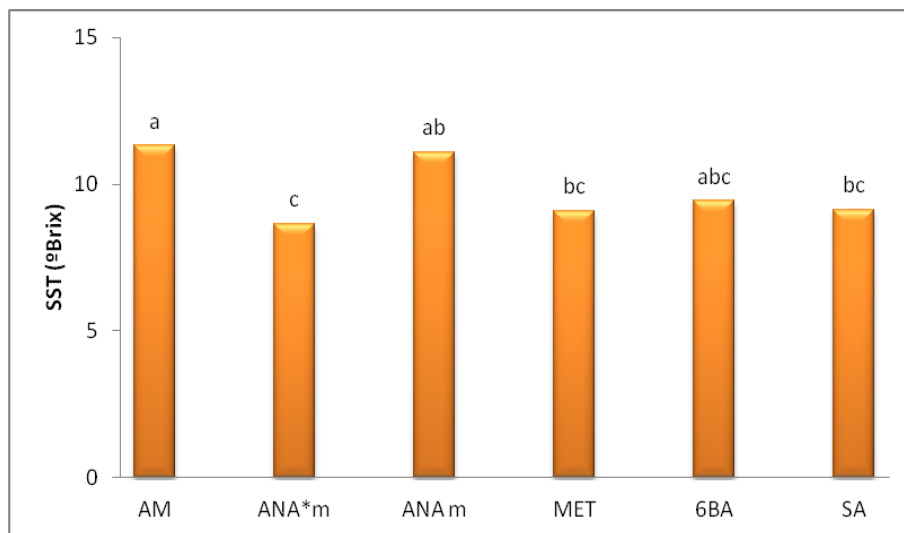


Figura 4.8. Sólidos solubles totales (°Brix) de los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

En la valoración de la acidez se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p=0,0001$ ), obteniéndose el mayor valor de acidez en los frutos del tratamiento SA ( $13,2 \text{ g ac. málico}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Los tratamientos 6-BA, MET y ANA\*m presentaron valores de acidez más bajos ( $8,4$ ,  $6,3$  y  $5,9 \text{ g málico}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente). Los tratamientos más efectivos en el aclareo de frutos alcanzaron valores más bajos de acidez. En los frutos procedentes del AM y de la ANAm sus valores fueron de  $5,6$  y  $5,7 \text{ g ácido málico}\cdot\text{L}^{-1}$  considerándose los frutos menos ácidos (Fig.4.9).

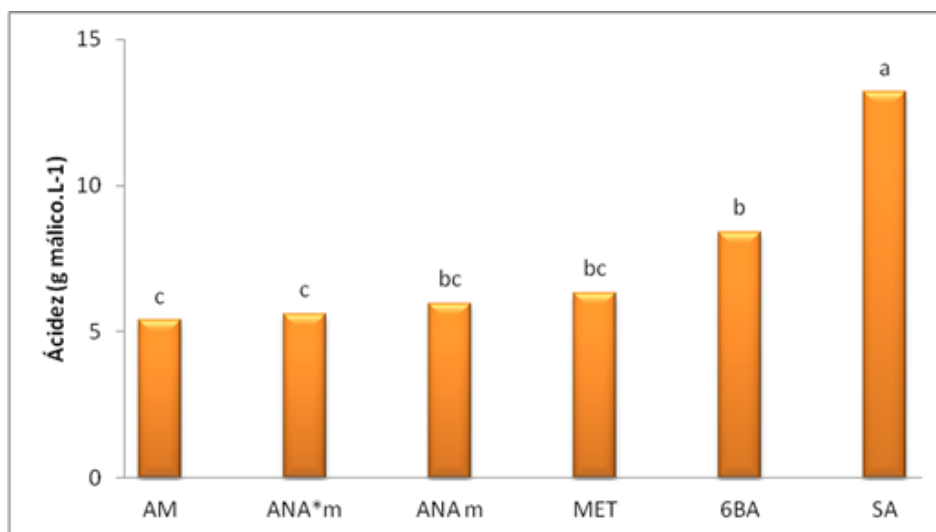


Figura 4.9. Acidez ( $\text{g ácido málico/L}^{-1}$ ) de los distintos tratamientos. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Con respecto al color, el parámetro  $a^*$  fue el que más varió entre los frutos de los ramos marcados que se comparan, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0459$ ). En el momento de la recolección los tratamientos AM y ANAm tenían valores del parámetro  $a^*$  de  $12,9$  y de  $11,4$  respectivamente. El resto de tratamientos tenían valores de  $a^*$  cercanos a  $10$  (Fig.4.10). En la comparación de los parámetros  $L^*$  y  $b^*$  no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Hay que señalar que estos parámetros del espacio de color CIE 1976  $L^*a^*b^*$  son menos sensibles y de menor utilidad en níspero japonés. Por ello, el parámetro  $a^*$  es el que más información aporta en los cambios producidos en la epidermis del fruto del níspero japonés (Sánchez, 2006).



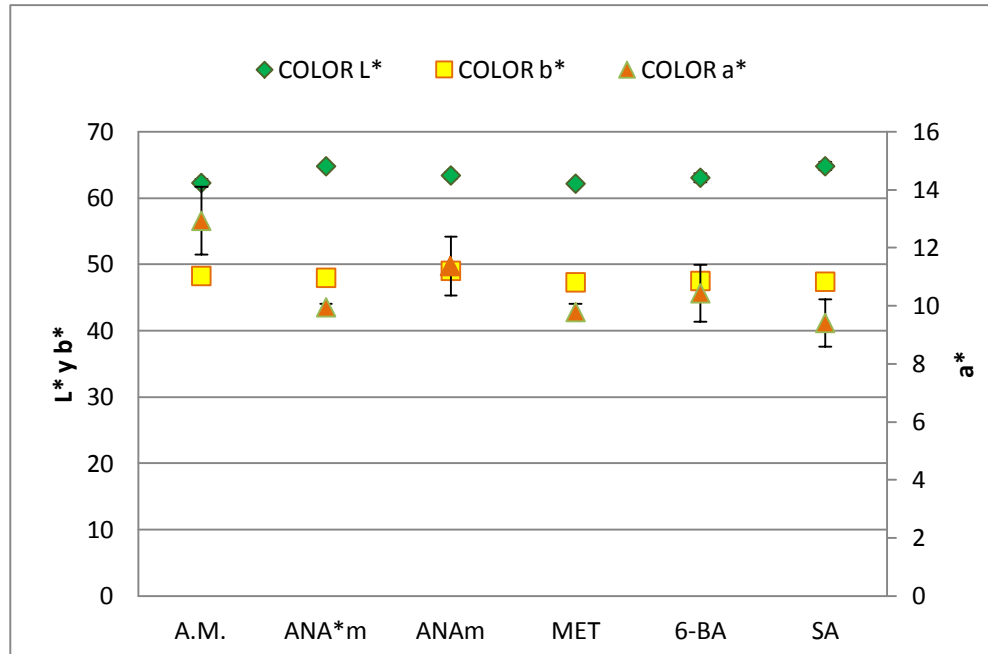


Figura 4.10. Parámetros de color L\*, a\*, b\* de los frutos en ramos cosechados el 18/04/2013. Valor medio y error estándar.

A la vista de estos resultados, el efecto de los tratamientos de aclareo sobre la precocidad ha sido muy ligero o nulo. Solo la producción obtenida con AM ha presentado cierta precocidad. Por el contrario el tratamiento ANAm, que ha resultado efectivo en cuanto al aclareo de frutos, no ha mejorado la precocidad, frente al resto de tratamientos, que no han sido efectivos en cuanto al aclareo de frutos. De hecho, ANAm ha presentando una fecha de plena recolección incluso ligeramente más tardía y un menor porcentaje de cosecha precoz. El análisis de los ramos marcados revela también una cierta precocidad tanto en los árboles con AM como en los tratados con ANAm, ya que sus frutos presentaron un mayor contenido en SST, menor acidez y mejor color que el resto.

En el tratamiento con 6-BA podemos decir que no se consigue ningún efecto sobre la precocidad de los frutos, ya que se obtuvo una fecha de plena recolección y un porcentaje de cosecha precoz muy similares al SA (Fig. 4.5). Esto puede ser debido a que la fecha de tratamiento resultó inadecuada. El mejor momento para la aplicación de 6-BA en manzano es cuando el fruto presenta un diámetro de 10 mm. Además para que la aplicación de 6-BA sea efectiva necesita temperaturas altas (Wertheim, 2000), circunstancia más frecuente en las fechas de floración del manzano, en primavera, que en noviembre cuando florece el níspero. Dada la falta de

experiencias con estos productos en níspero japonés, la 6-BA se aplicó en cuajado inicial buscando esa similitud con el manzano, pero a la vista de los resultados habría que concretar mejor el estado fenológico más adecuado para el níspero japonés y quizás elevar la dosis. Lógicamente esta razón puede ayudar a justificar la ausencia de efecto de la 6-BA así como los resultados obtenidos del resto de parámetros que se estudian más adelante. Por otra parte, los tratamientos con las materias activas aclarantes se realizaron a primera hora de la mañana buscando el mínimo efecto de deriva; quizás en horas centrales de mayor temperatura se podrían obtener otros resultados. Otro aspecto que se podría considerar es el abonado, Milic et al. (2012) llega a la conclusión de que al aplicar 6-BA para el aclareo de pequeños frutos en manzano, tiene que tener en consideración una restricción del nitrógeno, porque el mismo tratamiento de aclareo en condiciones de exceso de nitrógeno genera una débil respuesta en el aclareo. En este trabajo el abonado ha sido estándar y el mismo para todos los tratamientos.

Cuando se ha utilizado ANAm se ha observado bastante heterogeneidad en los resultados con un menor aclareo según la zona del árbol. En este sentido la copa y los ramos más vigorosos quedan insuficientemente aclarados como ya observara Martínez (2001) con esta materia activa en 'Algerie'. Según Leiva (1999) el ramo fructífero del níspero japonés se comporta en gran medida de forma autónoma. Los carbohidratos presentes en el ramo son destinados al engorde de los frutos presentes en el mismo, a la maduración de los mismos y al crecimiento vegetativo, en este orden de preferencia. Por ello, en los tratamientos de ANAm se ha podido sobre aclarar las zonas más bajas del árbol dando un excesivo aclareo de frutos, en ocasiones dejando ramos sin frutos, lo que resulta engañoso al hacer la estimación de la fecha media de recolección. Sin embargo, aquellos ramos más vigorosos y por lo tanto poco aclarados, han podido retrasar las fechas de recolección.

Según Nieto-Ángel et al. (2001), la 6-BA aplicada en fase de división del fruto del manzano incrementa su tamaño, induce una pulpa más firme y aumenta la concentración de sólidos solubles. En nuestro ensayo no hemos podido observar ninguno de estos aspectos

#### 4.4. Calidad del fruto.

##### Peso, calibre y distribución por categorías comerciales.

El peso del fruto es uno de los principales parámetros de calidad en la comercialización de la fruta. El tratamiento con ANAm fue el que obtuvo los frutos de mayor peso medio (44,9 g) con poca diferencia respecto al AM (41,0 g). Por el contrario el tratamiento SA fue el que presentó los frutos de menor peso (23,7 g). El ANOVA para el peso de los frutos muestra que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos más pesados (ANAm y AM) y el control sin aclareo ( $p=0,0002$ ). Los tratamientos 6-BA, MET y ANA\*m alcanzaron valores intermedios (Fig. 4.11).

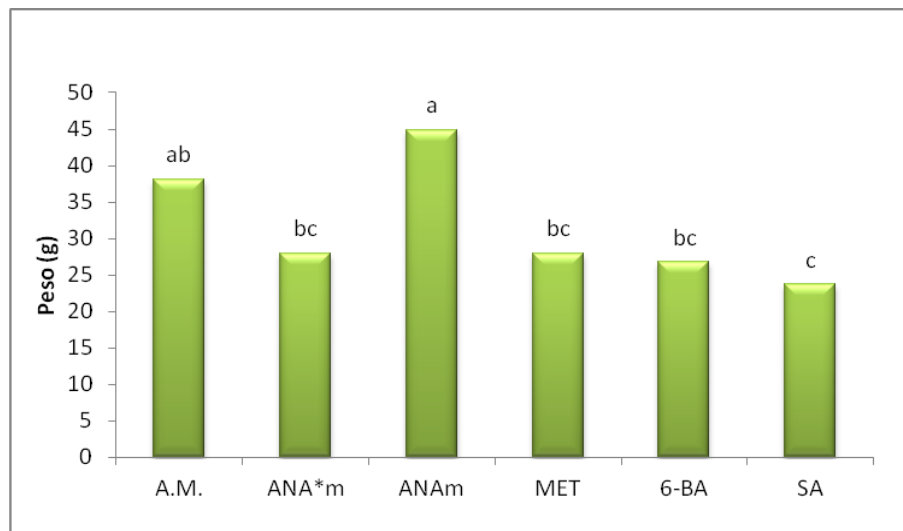


Figura 4.11. Peso del fruto (g) para los distintos tratamientos de aclareo. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Otro parámetro de calidad relacionado con el tamaño del fruto es el calibre del mismo expresado por su diámetro ecuatorial. Los frutos con mayor calibre alcanzan mejores precios. Los valores de calibre medio oscilaron entre los 37,76 mm del ANAm temprano y los 31,79 mm medidos en el tratamiento sin aclareo (Fig. 4.12). Los tratamientos más eficaces en el aclareo de frutos (ANAm y AM) fueron los que presentaron los mayores calibres. El análisis de la varianza demuestra de nuevo que hubo diferencias significativas ( $p=0,0002$ ) entre éstos y el resto de

tratamientos, con calibres en torno a 33-34 mm para el ANA\*m, MET y 6-BA, y de 32 mm para SA (Fig. 4.12).

.Esta respuesta es lógicamente la que se esperaba ya que tanto AM como ANAm ajustaron la carga por panícula a un número de frutos cercano al óptimo para el cv. Algerie. En el caso del AM, hay que señalar el hecho de que el propio aclareo discrimina negativamente los frutos de menor tamaño, que son los derribados preferentemente. Por lo tanto, el incremento de peso es a su vez, un efecto estadístico sobre la media, al eliminar frutos de reducido tamaño y, una respuesta del frutal incrementando el peso del fruto en los ramos con menor carga. El calibre final del fruto obtenido con ANAm demuestra que el inicial efecto depresor de dicha materia activa sobre el tamaño del fruto se revierte en cosecha.

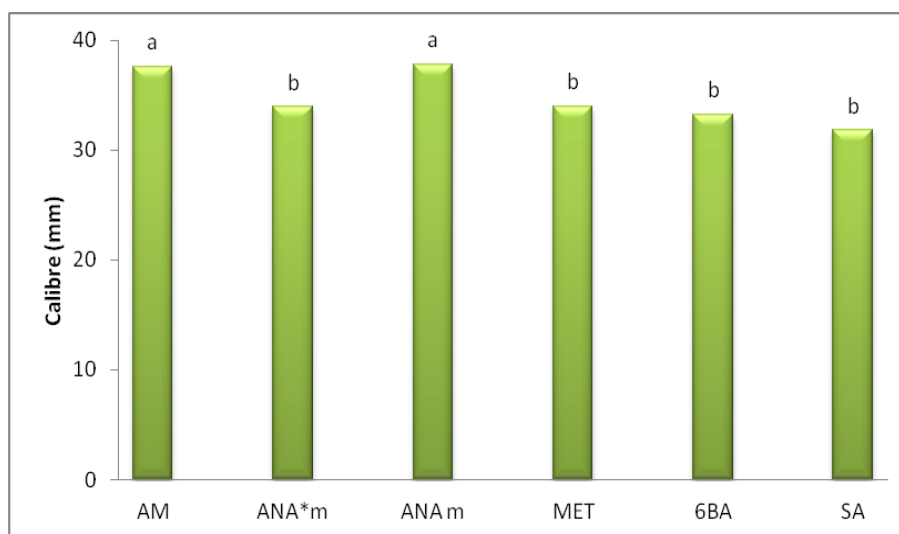


Figura 4.12. Calibre (mm) medido en la zona ecuatorial del fruto para los distintos tratamientos de aclareo. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

El desglose por categorías comerciales de la cosecha resultó afectado por los tratamientos de aclareo realizados (Fig. 4.13). La mayoría de la producción se presentó en frutos con calibre M en todos los tratamientos. El tratamiento AM fue el que presentó más frutos en categorías superiores. AM fue el único en el que se alcanzó la categoría GG (2,6%) y la mayor cantidad de fruta con calibre G (39,3%). Le sigue el ANAm con 16,4% de fruta con calibre G y más del 50% M. ANA\*m,

MET y 6-BA presentaron un elevado porcentaje de frutos en la categoría M (70-80%). SA destaca por su elevado porcentaje (46,2%) de categoría P, lo que supone una gran dificultad para la comercialización de estos frutos (Fig.4.13). Por tanto los tratamientos más efectivos en el aclareo (AM y ANAm) mejoraron la distribución por categorías comerciales, con un desplazamiento de la cosecha desde la categoría P hacia categoría G y M (Fig. 4.13).

Según Cuevas et al. (2004) la ANAm se ha mostrado como un agente aclarante eficaz para el cv. Algerie incrementando el tamaño de los frutos y mejorando su distribución por categorías comerciales. El efecto del aclareo sobre el tamaño final del fruto viene acompañado por un desplazamiento de la distribución de la frecuencia de los diámetros hacia rangos de mayor valor comercial (Agustí, 2006). Sin embargo, en nuestro ensayo han quedado de manifiesto la importancia de las condiciones atmosféricas en el momento de aplicación de la ANAm, obteniendo resultados muy dispares. Según la distribución por calibres obtenida (Figura 4.13) un porcentaje elevado de la fruta en los tratamientos con más kilogramos (MET, 6-BA y SA) resultó ser de calibre P y por lo tanto no comercial. En los tratamientos de AM y ANAm se cosechó menor cantidad de fruta aunque de calibres superiores que dadas las fechas de recolección son de gran valor comercial en el mercado.

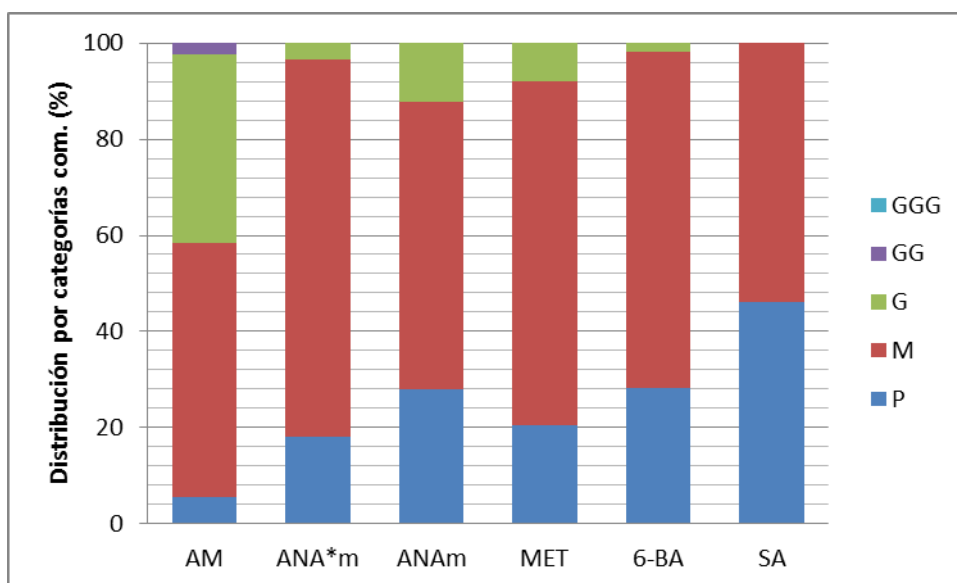


Figura 4.13. Distribución por categorías comerciales (%), según la clasificación por calibres (MAPA 1990).

A pesar de los escasos o nulos efectos observados en este trabajo con la aplicación de 6-BA, Rongcai et al. (2000) obtuvieron una respuesta lineal a concentraciones crecientes de 6-BA. Así, el peso del fruto del manzano en recolección aumentó con el incremento en la concentración de 6-BA. Este hecho sugiere que se podría incrementar la dosis de 6-BA en níspero japonés dado su escaso efecto sobre el peso del fruto. Por otra parte, Clever (2007) obtuvo en manzano una notable mejora del calibre del fruto aplicando metamitrona, mientras que con 6-BA, la respuesta fue marginal. Para mejorar el efecto aclarante de la metamitrona, Clever (2007) propone una segunda aplicación 10-14 días más tarde del cuajado inicial, lo cual intensificaría el efecto. En este ensayo una única aplicación de metamitrona como hemos podido ver es insuficiente, probablemente esta situación podría mejorarse con una aplicación adicional que habría que describir y dosificar para el caso concreto del níspero.

### **Color**

El parámetro  $a^*$  expresa el color en una escala que va desde el verde al rojo, de manera que cuanto mayor es su valor más se acerca al rojo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el parámetro  $a^*$  ( $p=0,1291$ ). Sin embargo existe una tendencia a mejorar el color cuando el aclareo fue efectivo. Así tanto AM como ANAm presentaron un valor de  $a^*$  de 9,5 (Fig. 4.14). En todos los casos se obtuvieron valores de  $a^*$  muy próximos a los indicados por Pinillos et al. (2011). En nuestro estudio, el parámetro de color  $a^*$  fue variable y aumentó a lo largo de la temporada de cosecha, a pesar de que el criterio de recolección fuera el color. En los ensayos de Dorogoni (2007) en manzano 'Fuji', consiguió mejor efecto en el color con un doble tratamiento con metamitrona aplicado a 6 y 12 mm de calibre. En nuestro caso, el mejor color se consigue en el tratamiento de aclareo manual, seguido del aclareo con la ANAm. Algo similar obtuvo Agustí et al. (2000) en su ensayo, que alcanzó como valor de  $a^*$  15,1 para el aclareo con ANAm valor en este caso por encima del AM.

Los tratamientos aplicados tampoco mostraron diferencias significativas para los parámetros  $L^*$  y  $b^*$  ( $p=0,8573$  y  $0,1305$ , respectivamente). El color del fruto de níspero cambia de verde oscuro a amarillo y posteriormente se torna anaranjado

durante la maduración. Según Amorós et al. (2003), estos cambios son debidos, primero a la degradación de la clorofila, que conduce a un incremento de la luminosidad, parámetro  $L^*$  de color, pero sin aumento del parámetro  $a^*$  (el fruto se hace más claro, pero aún no se ha producido la síntesis de carotenos), y después a una síntesis de carotenos, especialmente  $\beta$ -caroteno y cryptoxantina (Hamauzu et al., 1997), pigmentos responsables del color naranja del níspero, ocurriendo entonces un aumento en el parámetro  $a^*$ . Según Romero (2011), el parámetro  $a^*$  aumentó hasta valores de 11 en frutos de níspero recogidos en estado 5 (Pinillos et al., 2007).

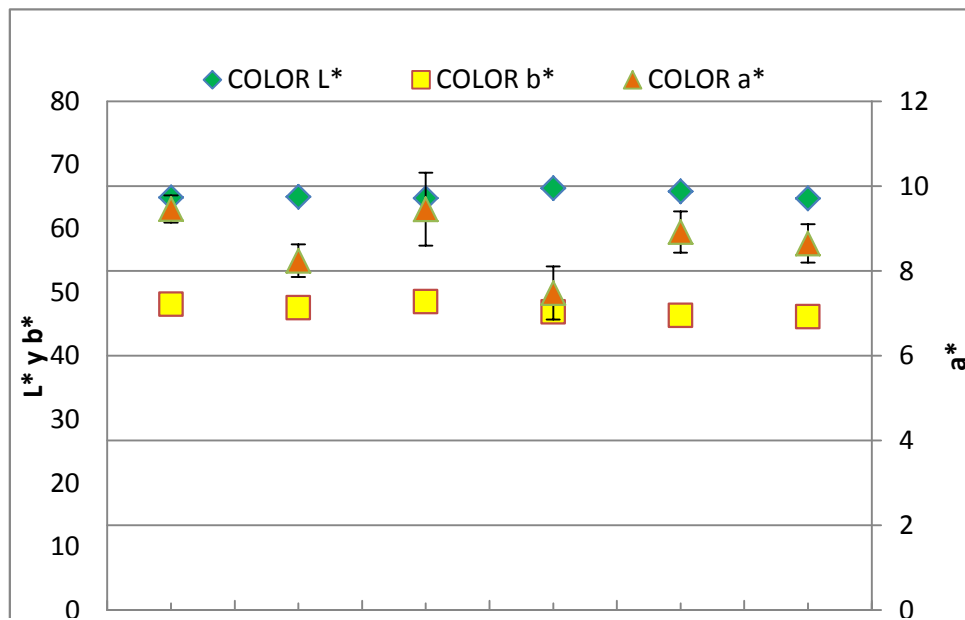


Figura 4.14. Parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  de los frutos en la pasada más representativa. Valor medio y error estándar.

El níspero japonés es un fruto no climatérico (Romero, 2011), muy frágil y delicado. Su recolección se efectúa en un estado interpretado como un compromiso entre las mejores condiciones gustativas y una mejor aptitud ante la manipulación. En general el estado más adecuado para la recolección de fruta en el níspero japonés es el estado fenológico de maduración 4, que según Pinillos et al. (2007) se corresponde con un color  $a^*$  de 6,8. La fruta en general y en su valor medio fue cosechada en cada uno de los tratamientos por encima de este valor y consecuentemente en un momento adecuado de acuerdo a los criterios visuales seguidos para esta operación (Fig. 4.14).

### **Sólidos solubles totales y acidez**

En general, en el análisis del contenido en sólidos solubles totales de los frutos se obtuvieron valores bajos en todos los tratamientos (Fig. 4.15). El único tratamiento con valores por encima de los 10 °Brix fue el AM. El tratamiento de ANA\*m fue el que alcanzó menor contenido en SST con 7,5°Brix, El ANOVA indica diferencias significativas entre ambos tratamientos ( $p=0,0258$ ). El resto de tratamientos presentaron valores intermedios (alrededor de los 9 °Brix).

El tamaño, el color y la concentración SST de los frutos son los factores que determinan el momento de recolección del níspero japonés (Cuevas, 2004). Romero (2011) observó que frutos con valores similares de  $a^*$ , pertenecientes a la misma categoría de color, presentaron un contenido en SST ligeramente mayor a medida que la campaña progresaba. Respecto a este aspecto en nuestra experimentación, en los tratamientos más tardíos para un mismo color se obtuvieron valores de °Brix superiores a los obtenidos en la pasada más representativa para tratamientos más tempranos dado un mismo color.

El contenido en sólidos solubles (SST) aumenta con la maduración de los frutos como se esperaba y como se ha obtenido en anteriores trabajos como los de Martínez-Calvo (2000), Amorós et al. (2003) o González et al. (2003). Dichos autores reflejan que a medida que los frutos van adquiriendo un color naranja más intenso, el contenido en SST también va en aumento. Los SST que se encuentran en los frutos maduros de níspero japonés son la sacarosa, seguida de la fructosa y la glucosa, y en menor medida el sorbitol (Serrano et al., 2003).



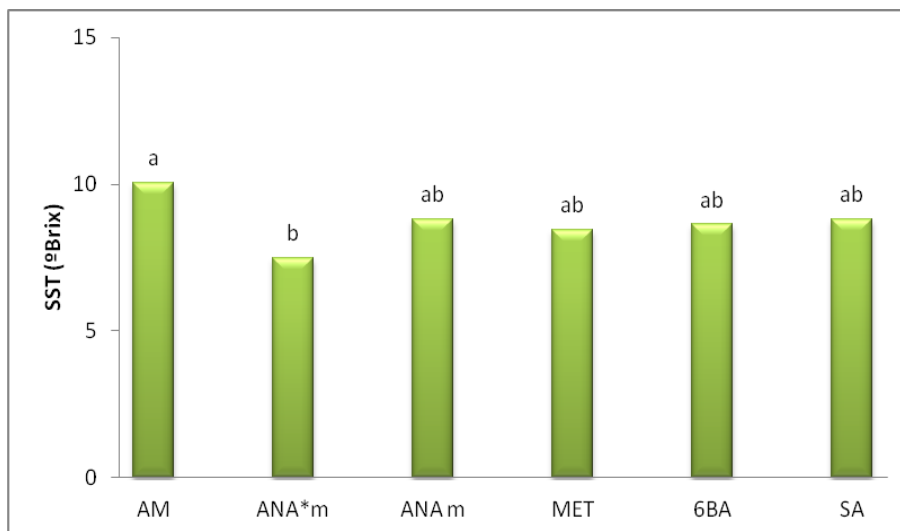


Figura 4.15. Contenido en sólidos solubles totales expresados en ° Brix de las muestras de fruta de los diferentes tratamientos de aclareo en la pasada más representativa. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Según Martínez (2001) en su ensayo sobre esta misma plantación con una aplicación de ANAm a 60 ppm aplicada en plena floración obtuvo un comportamiento excelente ya que fue el que le causó un mayor aumento en el peso del fruto y en su calibre, con efectos también positivos en los ° Brix de los frutos. Sin embargo con 30 ppm en el mismo momento de aplicación la mejora en la calidad del fruto fue muy inferior a la lograda con 60 ppm. En este ensayo los SST de los diferentes tratamientos de aclareo mostraron poca variación entre los frutos cosechados en distintas pasadas. Al contrario de lo que esperábamos, el ANA\*m obtuvo los valores más bajos de dulzor dado el escaso efecto sobre el aclareo de frutos.

Otro de los cambios característicos de la maduración de los frutos, y en concreto del níspero japonés, es el descenso de la acidez titulable de su pulpa (Amorós et al., 2003b; González et al., 2003; Pinillos et al., 2007). En la comparación efectuada mediante análisis de la varianza se observó la existencia de diferencias significativas en cuanto a la acidez de los frutos procedentes de la pasada de recolección más representativa de cada uno de ellos ( $p=0,0001$ ). Los frutos más ácidos fueron los del AM y el ANAm con 15,9 y 12,7 g málico·L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Por otro lado, ANA\*m, 6-BA y SA presentaron los valores de acidez más bajos. MET alcanzó una acidez intermedia (Fig. 4.16).

Los frutos de AM y ANAm además de ser los más ácidos fueron los más dulces. Según Pinillos et al. (2011) la temperatura afecta a las fechas de cosecha, en los sobre este mismo cultivar observa que en las temporadas más cálidas la cosecha empieza antes, mientras que en los años fríos se retrasa el comienzo y final de la cosecha. Además, la temperatura puede afectar diferencialmente a los diferentes parámetros de la maduración. La baja acidez y mayor relación SST/AT se ha encontrado en diferentes cultivos de frutas cosechadas con el mismo color en las temporadas más cálidas (o cosechadas con temperaturas más altas). Es por ello que los tratamientos en los que el aclareo fue escaso (MET, 6-BA, SA) presentaron menor áidez al valorarlos dos semanas más tarde, por el efecto del incremento de las temperaturas a lo largo de la temporada de recolección.

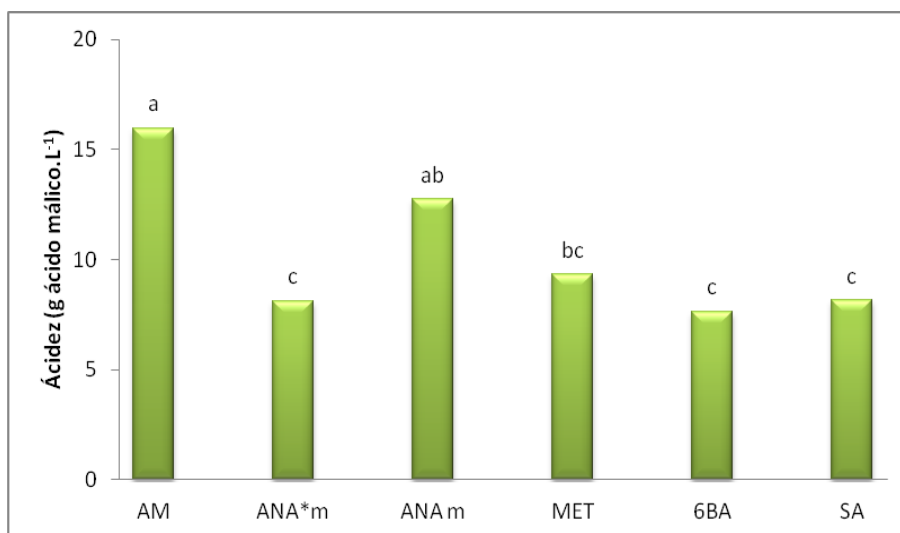


Figura 4.16. Contenido en áidez expresada en g de ácido málico·L<sup>-1</sup> de las muestras de fruta de los diferentes tratamientos de aclareo en la pasada más representativa. Separación de medias por el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas.

Pinillos et al. (2011) demuestran que la relación entre el color de piel y calidad de consumo cambia a lo largo de la temporada de recolección. En sus ensayos realizados la Estación Experimental de Las Palmerillas, los frutos cosechados con el mismo color disminuyen la acidez en cosechas más tardías, sin cambios demasiado notables en SST. El contenido en sólidos solubles y, sobre todo,

la acidez valorable de la pulpa tendieron a disminuir a medida que avanzaba la temporada de cosecha, hecho que se puede apreciar en los valores de la pasada más representativa para los tratamientos de aclareo no efectivo (dos semanas más tarde). Esto sugiere que el color por sí sólo no es un índice de recolección apropiado para garantizar una calidad óptima en todas las condiciones o bien a cambiar el color óptimo de recolección adaptándolo a la época de cosecha o a las condiciones ambientales (Romero, 2011). Pinillos et al. (2011) han observado durante cuatro temporadas consecutivas que las muestras de fruta de níspero 'Algerie' recogido con semejante color de la piel presentan notables cambios y diferenciales en los parámetros más importantes en el dictado de la calidad del sabor.

Gariglio et al. (2002) en sus ensayos con ANAm obtuvo que las características de los frutos, en árboles de aclareo efectivo, son significativamente alteradas. La firmeza de la pulpa desciende, mientras que la concentración de sólidos solubles y el color de la epidermis de los frutos aumentan de forma significativa; la forma de los frutos, así como la acidez titulable de los mismos no son modificadas sustancialmente con el aclareo. En nuestros ensayos la acidez si se modificó pero no tanto por el aclareo sino por el avance en el estado fenológico de los frutos y por el efecto de las temperaturas para las fechas de recolección de los tratamientos.

Respecto al número de semillas por fruto, el análisis de la varianza muestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0506$ ) entre los tratamientos. El tratamiento de ANA\*m fue el que tuvo mayor número de semillas con 2,12 por fruto, seguido del tratamiento de ANAm 1,94, mientras que el tratamiento con menor número de semillas por fruto fue el AM, con una media de 1,46 semillas por fruto (Fig. 4.17). Al no haber efecto sobre el número de semillas, se puede afirmar que el mayor tamaño de los frutos de AM y de ANAm no es debido a una mejora en la fecundación. De hecho AM fue el que tuvo menos semillas por fruto y el que proporcionó los frutos de mayor tamaño. Tampoco puede sostenerse que alguna de las materias activas empleadas cause aborto de semillas o incremente la competencia entre las mismas, de modo que disminuya su número por fruto. Más bien al contrario, pareciera que el ANAm favorece la persistencia de los frutos con

mayor número de semillas, probablemente porque selecciona los frutos con mayor potencia como sumidero.

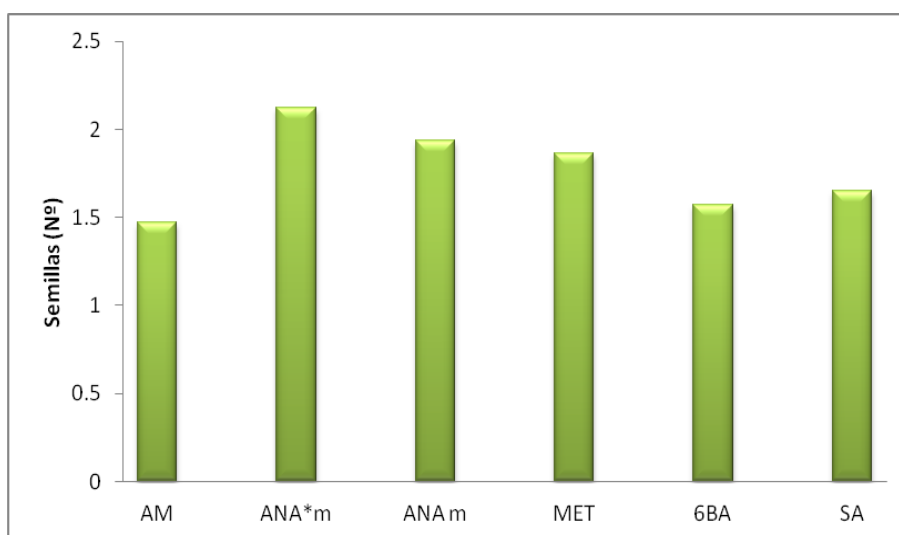


Figura 4.17. Número de semillas de los distintos tratamientos de aclareo.

Moreno (2000), en el cv. Algeria, utilizando ANAm a concentraciones de 60 ppm a caída de pétalos, consiguió un nivel adecuado de aclareo, similar al obtenido manualmente. En este trabajo el aclareo químico con ANAm mejoró la calidad de los frutos, ya que se obtuvieron frutos de mayor calibre, más peso y mayor precocidad, con mayor número de semillas. En este caso podríamos sugerir la capacidad del ANAm en la selección de los frutos de mayor demanda de fotoasimilados. El similar número de semillas por fruto permite descartar una posible fitotoxicidad expresada en aborto de las semillas debido al tratamientos con productos químicos tal y como ha sido documentada para el ANA y sus derivados (Agustí, et al., 2000). En este trabajo no se aprecia este hecho siendo los tratamientos con ANAm los que tienen mayor número de semillas. Rongcai et al. (2000) tampoco observaron efecto sobre el número de semillas por fruto en manzano aplicando 6-BA.

#### 4.5. Estudio económico.

La cantidad y precocidad de la cosecha y los parámetros de calidad (calibre y peso) que clasifican los frutos por categorías comerciales, permiten calcular los ingresos brutos obtenidos en respuesta a los tratamientos a partir del precio medio por kg de fruta.

El AM resultó ser el tratamiento más rentable en esta experimentación, alcanzando un precio medio de 0,69 € kg<sup>-1</sup> y unos ingresos descontando los gastos de aclareo manual de 9874,09 € ha<sup>-1</sup> (cuadro 4.3). Este precio medio por kg de fruta se sitúa cercano al coste de producción que Caballero et al. (2004) estiman en 0,60 €·kg<sup>-1</sup>. Este coste 0,60 €·kg<sup>-1</sup> incluye la mano de obra para el aclareo manual y sirve de referencia como umbral de rentabilidad para el AM. El resto de tratamientos se sitúan por debajo de umbral de rentabilidad. Esta circunstancia se explica en parte porque los frutos de la categoría comercial P se han considerado destruido sin valor., Para el ANAm, se obtuvo un precio medio de 0,37 €·Kg<sup>-1</sup> siendo este el de mayor entre los tratamientos de aclareo químico. Le siguen MET y ANA\*m, con 0,34 y 0,31 €·Kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Los tratamientos 6-BA y SA obtuvieron los precios medios más bajos (Fig. 4.13). Este hecho se debe a que la elevada cantidad de fruta en estos árboles hace que la fruta no sea precoz y sobre todo que el calibre sea menor, por tanto de peor calidad. Parra et al. (2013) establecen que el valor umbral de rentabilidad para el níspero, tanto en plantaciones tradicionales como de alta densidad se sitúa en 0,60 €·kg<sup>-1</sup>, lo que sugiere que en este ensayo el único tratamiento rentable ha sido el AM.

Cuadro 4.2. Precio medio del Kg de fruta para cada tratamiento y rendimiento económico bruto para una superficie de 1ha aplicando cada uno de los tratamientos.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Precio medio (€·kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ingresos brutos (€·ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ingresos brutos – coste de aclareo (€·ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>AM</b>	0,69	11 674,09	9 874,09
<b>ANA*m</b>	0,31	6 637,97	6 547,97
<b>ANAm</b>	0,37	7 732,57	7 642,57
<b>Metamitrona</b>	0,34	8 325,26	8 235,26
<b>6-Benziladenina</b>	0,27	8 868,83	8 778,83
<b>Sin aclareo</b>	0,20	6 333,64	6 243,64

A la vista de los datos, podemos ver que los tratamientos poco efectivos en el aclareo (MET y 6-BA) generaron ingresos brutos superiores a otros tratamientos que si fueron eficaces en el aclareo (ANAm). Esto se debe a la diferente cantidad de fruta recolectada, de modo que los rendimientos por superficie (kg·ha<sup>-1</sup>) fueron lógicamente mayores en los tratamientos sin aclareo o con aclareo ineficaz. Por otra parte, la proyección de precios tiene que ser matizada ya que si observamos la distribución por calibres comerciales (Fig.4.13), en los tratamientos poco efectivos en el aclareo se obtiene M como una categoría mayoritaria, mientras que en los que sí hubo aclareo aparecen como categorías M y G. Por este motivo, en épocas en las que los picos de producción son máximos y ante un incremento de la oferta de fruta la venta de los frutos de calibres superiores es más sencilla, mientras que las categorías inferiores son con frecuencia de imposible comercialización. Además, en este trabajo debemos considerar la obtención general de reducidos calibres en los

árboles en los que se redujeron el número de frutos por panícula debido a que los árboles no estaban en buenas condiciones del punto de vista fitopatológico. Esta situación ha podido no dejar ver el efecto del aclareo efectivo debido a la reducción en el número de hojas fotosintéticamente activas causado por las defoliaciones, reduciendo de esta manera las fuentes que alimentan a un mismo número de sumideros. Las ganancias percibidas por el agricultor están unidas a unos costes, que Cuevas et al. (2004) estiman  $90 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ , frente a los  $1800 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$  del AM de frutos. La cantidad de fruta en ANAm temprano es también superior en árboles aclarados manualmente lo que se explica por ser una intervención muy temprana y selectiva dejando los mejores frutos.

A pesar de los resultados obtenidos en este ensayo, los efectos positivos alcanzados por Cuevas et al. (2004) en sus ensayos sobre esta misma plantación, revelan que el aclareo químico en níspero, no solo reduce los costes de producción, sino que también rompe la fuerte dependencia de la mano de obra familiar que limita el tamaño de las explotaciones. En este ensayo se pone de manifiesto la gran variabilidad del aclareo químico como principal inconveniente, lo que supone un impedimento para la utilización de esta práctica de cultivo como una práctica consolidada.

#### 4.6. Análisis de residuos en frutos cosechados.

Los análisis aportados por los laboratorios de Producción y Sanidad Vegetal de la Mojonera (Almería) muestran que en el momento y a la dosis aplicada para el aclareo de frutos en níspero japonés los residuos de las materias activas usadas se encuentran por debajo de  $0,010 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Este resultado de los análisis de residuos en frutos recolectados en madurez permite decir que estas materias a las dosis aplicadas y en el momento en el que se han aplicado no comprometen la seguridad alimentaria. El análisis de la 6-Benziladenina no se recoge porque en el momento de redacción de este documento aún estamos a la espera de la respuesta del laboratorio.

Cuadro 4.3. Resultado del análisis de residuos en frutos.

	Tipo de muestra	Resultado ( $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ )
<b>ANAm</b>	Fruto	<0,010
<b>ANA*m</b>	Fruto	<0,010
<b>Metamitrona</b>	Fruto	<0,010
<b>6-Benziladenina</b>	Fruto	-

#### 4.7. Respuesta fotosintética del níspero a concentraciones crecientes de metamitrona.

En general, la tasa fotosintética de las hojas tratadas decreció con el aumento de la concentración de metamitrona aplicada, sin existir diferencias estadísticamente significativas al comparar dosis dentro de un mismo día ( $p=0,4970$ ,  $p=0,1848$ ,  $p=0,8436$  y  $p=0,859$ , para los días 0, 2, 4 y 7, respectivamente). El día 2 la fotosíntesis decreció a dosis crecientes de metamitrona, partimos del tratamiento con agua sola con 0 ppm con un valor de fotosíntesis de  $10,24 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Este mismo día para el tratamiento de 175 ppm la fotosíntesis se ve reducida un 27%, para 350 ppm se redujo un 18 %, para 750 ppm un 34% y para la concentración de 1400 ppm



se redujo un aproximadamente a la mitad. El día 2 para el tratamiento de 175 ppm la fotosíntesis se ve reducida un 35%, para 350 ppm se redujo un 43 %, para 750 ppm aumentó su valor por encima del testigo y para la concentración de 1400 ppm se redujo un 63,5%. El día 4 para el tratamiento de 175 ppm la fotosíntesis se ve reducida un 35%, para 350 ppm se redujo un 12 %, para 750 ppm aumentó su valor por encima del testigo y para la concentración de 1400 ppm se redujo un 65,6%. Por último, a la semana para el tratamiento de 175 ppm la fotosíntesis se ve reducida un 15,5%, para 350 ppm aumentó por encima del testigo, para 750 ppm se redujo un 15,5% y para la concentración de 1400 ppm se redujo un 16,24%. A la vista de estos valores podemos decir que a partir de la semana la fotosíntesis comienza a instaurarse paulatinamente.

Se parte de la hipótesis de que la metamitrona es un herbicida que afecta al fotosistema II y conociendo que concentraciones elevadas causan defoliación. Las concentraciones menores disminuyen la tasa fotosintética por lo que puede aumentar la caída natural de frutos en la etapa de cuajado inicial (Dorogoni, 2007). Es por este motivo por el que en este apartado se estudia cómo repercute en la fotosíntesis en el níspero japonés.

Las hojas marcadas el 13/05/2013 para aplicarle las distintas concentraciones de metamitrona son las más viejas de las jóvenes, porque son las que se asemejan fotosintéticamente a las que habría en noviembre cuando se aplica la metamitrona para conseguir el posible efecto aclarante.

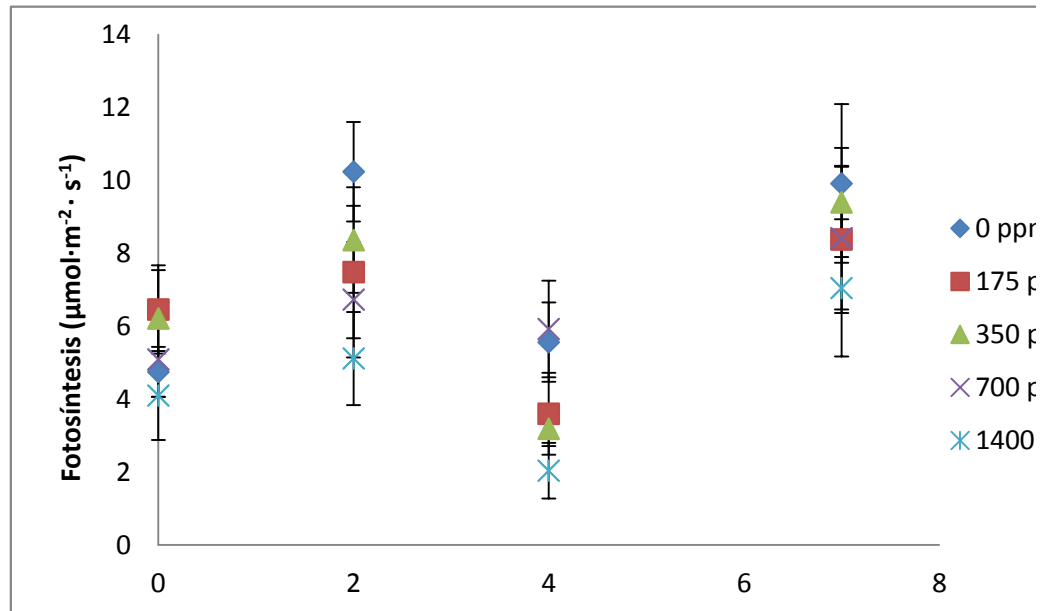


Figura 4.18. Respuesta de la fotosíntesis en hojas de níspero “Algerie” sometidas a diferentes concentraciones de metamitrona. Valor medio y error estándar.

Si nos centramos en la primavera, época en la que se realiza este ensayo, Stellfeldt, et al. (2011) miden valores de fotosíntesis de  $11,17 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  con una conductividad estomática de  $139,77 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Los valores obtenidos en el tratamiento control de este ensayo son inferiores probablemente debido a que los días de medida no estaban totalmente despejados, teniendo en cuenta que el objeto de estudio era la repercusión de la metamitrona sobre la tasa fotosintética es por ello que podemos hacer comparaciones con mayor fidelidad dentro de los tratamientos de un mismo día. En general, los tratamientos de mayor concentración de metamitrona, como cabía esperar, dan valores de fotosíntesis menores. El tratamiento de metamitrona a 1400 ppm sigue afectando a la fotosíntesis una semana después de ser aplicado, mientras que el de 350 ppm estudiado en este ensayo podemos ver que prácticamente pierde su efecto inhibitorio sobre la fotosíntesis al alcanzar valores muy próximos al testigo. Según Dorogoni (2007), uno de sus puntos clave de la metamitrona es la respuesta según dosis, ya que la cantidad del ingrediente activo aumenta considerablemente la eficacia. Por ello, se puede sugerir que en níspero la dosis de metamitrona usada para conseguir el efecto aclarante puede ser mayor a la usada en otros frutales de pepita de eficacia comprobada.

Por último, señalar que la aplicación de metamitrona no parece tener ningún efecto perjudicial en níspero, pues en nuestros ensayos no se ha observado fitotoxicidad a la dosis de 350 ppm aplicada en el estado de frutos recién cuajados, ni en la vegetación, ni en el fruto al igual lo señalado por Clever (2007) en manzano 'Elstar Elshof' que tampoco observó ningún daño fitotóxico. El resto de concentraciones (175, 700 y 1400 ppm) tampoco manifestaron fitotoxicidad en la vegetación, aunque desconocemos si pudiesen existir en fruto. Dorogoni et al. (2007) afirma, que aplicada en manzano 'Fuji', dos semanas después aparece una pequeña clorosis y un retraso en el crecimiento que confirma que este ingrediente activo impide temporalmente el funcionamiento fotosintético.

# CONCLUSIONES

---



## 5. CONCLUSIONES.

1. Las materias activas evaluadas como aclarantes alternativos a la ANAm a la dosis y en el estado fenológico recomendado para otros frutales de pepita han fracasado en la consecución de un aclareo suficiente en el cultivar 'Algerie' de níspero japonés.

2. Por el contrario, los resultados confirman la eficacia de la ANAm como aclarante en esta variedad de níspero japonés ajustando la carga media del ramo a valores cercanos al óptimo. Para alcanzar esta eficacia resulta esencial realizar la aplicación en las condiciones atmosféricas adecuadas y en el estado fenológico idóneo. Aplicaciones tardías han fracasado en su efecto aclarante.

3. El ANAm presenta un efecto inicial retardante en el crecimiento del fruto del níspero japonés poco después de la aplicación; efecto que luego es más que compensado gracias a su efecto aclarante aumentando el calibre y el peso del fruto y dando lugar a una mejor distribución de la cosecha en categorías comerciales.

4. El AM resultó el tratamiento de aclareo más rentable en esta experimentación.

5. El uso del ANAm no causó efectos fitotóxicos ni se pudo apreciar aborto de semilla. De hecho, no se observaron cambios en el número de semilla por fruto. Se confirma la heterogeneidad en el efecto aclarante del ANAm dentro de un mismo árbol.

6. MET tampoco mostró fitotoxicidad aparente a las dosis comprendidas entre 175-1400 ppm, aunque se produjo un descenso en la capacidad fotosintética de las hojas tratadas asociado a un aumento de la dosis de este herbicida.

7. Las materias a las dosis aplicadas y en el momento en el que se han aplicado no comprometen la seguridad alimentaria dada la ausencia de residuos en recolección detectada en las muestras tratadas.

8. La técnica de aclareo químico, debe definir para cada sustancia con efecto aclarante condiciones en la aplicación y estado fenológico del árbol en cuestión.

---

# BIBLIOGRAFÍA

---



---

**6. BIBLIOGRAFÍA.**

- **Aguado, B.** 1996. Respuestas fisiológicas del níspero japonés cv “Algerie” a distintos tratamientos de aclareo de estructuras reproductivas. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 78 pp.
- **Agustí, M., Almela, V. y M. Juan.** 1999. Aclareo químico y estímulo del desarrollo del fruto en el níspero japonés. *Actas de Horticultura* 26: 229-235.
- **Agustí, M., Almela, V., Juan, M., y N. Gariglio.** 2000. Loquat fruit size is increased through the thinning effect of naphthaleneacetic acid. *Plant Growth Regulation* 31: 167-171.
- **Agustí, M., Reig, C., y Undurraga, P.** 2006. El cultivo del níspero japonés. 183-209 pp.
- **Amorós, A., Zapata, P., Pretel, M.T., Botella, M.A., Serrano, M.** 2003. Physicochemical and physiological changes during fruit development and ripening of five loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars. *Food Science and Technology International* 9: 43-51.
- **Ateyyeh, A. y M. Qrunfleh.** 1997. Studies on the loquat, *Eriobotrya japonica* Lindl., cv Tanaka. II. Effect of naphthaleneacetic acid on fruit set, growth and development, and quality. *Dirasat Agricultural Sciences* 24: 217-223.
- **Bertschinger, L. y W. Stadler.** 1997. Thinning time of Boskoop. *Obst-und-Weinbau*. 133: 556-558.
- **Black, B.L., Bukovac, M.J. y J. Hull.** 1995. Effect of spray volume and time of NAA application on fruit size and cropping of Redchief Delicious apple. *Science Horticultural*. 64: 253-264.
- **Black, B.L., Petracek, P.D. y M.J. Bukovac.** 1995. The effect of temperature on uptake of NAA by Redchief Delicious apple leaves. *J. Amer. Soc. Horticultural Science* 120: 441-445.



- 
- **Blumenfeld, A.** 1980. Fruit growth of loquat. J. Amer. Soc. Horticultural Science 105: 747-750.
- **Durana, S. y A. Esciva.** 1975. El níspero. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Madrid. 24 pp.
- **Bootsma, J.** 1999. NAA for fruit setting or pruning. Fruitteelt-Den-Haag. 89: 16, 12-13.
- **Bound, S.A. y K.M. Jones.** 1997. Investigating the efficacy of endothal as a chemical thinner of Red Delicious apple. J. Horticultural Science 72(2): 171-177.
- **Burkholder, C.L. y M. McCown.** 1941. Effect of scoring and of A-naphthyl acetic acid and amide spray upon fruit set and of the spray upon pre-harvest drop. Proc. Amer. Soc. Horticultural Science 38: 117-120.
- **Burló, F., Carbonell, A., Vidal, A. y J. Mataix.** 1997. Sensitivity to salinity in loquat plants (*Eriobotryae japonica* L.). Fresenius Envir. Bull. 6: 481-488.
- **Byers, R.E.** 1978. Chemical thinning of spur 'Golden Delicious' and 'Starkrimson Delicious' with Sevin and Vydate. HortScience 13: 59-61.
- **Caballero, P.** 1993. El níspero y su expansión, posibilidades y limitaciones. Fruticultura Profesional 54: 35-40.
- **Caballero, P. y M.A. Fernández.** 2004. Loquat, production and market. Options mediterraneennes. Serie A 58: 12-20.
- **Cabezas, F.** 1993. El cultivo del níspero y su comercialización. Actas de las IV Jornadas Andaluzas de Frutos Tropicales: 125-138.
- **Calabrese, F., Barone, F., Castello, C., y Peri, G.** 2004. Loquat under conversion and biological culture. Options méditerranéennes Serie A. n° 58 First International Symposium on loquat, 61-66.
- **Capel, J. J.** 1988. Climatología de Almería. Instituto de la Diputación de Almería. Cuadernos monográficos 7. Murcia. 160 pp

- 
- **Carvalho, C. y F. Couto.** 1998. Efeitos do desbaste manual na qualidade dos frutos de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Ceres* 45: 211-219.
- **Chaudhary, A.S., Singh, M. y G.N. Singh.** 1994. Effect of naphthaleneacetic acid, 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid and gibberellic acid on loquat, cultivar Safeda Batia. *Indian J. Agric. Res.* 28: 127-132.
- **Clever, M.** 2007. A comparisom of different thinning products applied to the apple variety 'Elstar Elshof' in the Lower Elbe region. *Erwerbs- Obstbau* 49: 107-109.
- **Cuevas, J., Aguado, B. y N. Lorente.** 1997a. Aclareo de estructuras reproductivas en el níspero japonés. *Actas de Horticultura* 15: 431-435.
- **Cuevas, J., Gavilán, A. y N. Lorente.** 1997b. Fenología del níspero japonés (cv "Algerie") en la costa de Almería. *Actas de Horticultura* 15: 490-495.
- **Cuevas, J., Hueso, J.J. y M. Puertas.** 2003. Pollination requirements of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.), cv. 'Algerie'. *Fruits* 58: 157-165.
- **Cuevas, J., Leiva, F., Moreno, M., Hueso, J.J. y C.M. González-Padierna.** 2001. La mancha morada del níspero japonés. Efecto del aclareo y del anillado de ramos. *Phytoma* 125: 19-27.
- **Cuevas, J., Hueso, J.J. y Martínez, A.** 2004. Chemical fruit thinning of loquat by NAAM. *Options méditerranéennes Serie A n° 58*: 97-100.
- **Cuevas, J., Moreno, M., Esteban, A., Martínez, A., y J.J. Hueso.** 2004. Chemical fruit thinning in loquat with NAAM: dossage, timing, and wetting agent effects. *Plant Growth Regulation* 43: 145-151.
- **Cuevas, J., Salvador-Sola F.J., Gavilán J., Lorente, N., Hueso, J.J. y C.M. González-Padierna.** 2003. Loquat fruit sink strength and growth pattern. *Science Horticultural* 98: 131-137.
- **De Liñán, C.** 2013. *Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales*. 29<sup>a</sup> Edición.

- 
- **Dennis, J.** 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31: 1-16.
- **Dorigoni, A. y P. Lezzer.** 2007. Chemical thinning of apple with new compounds. *Erwerbs-Obstbau* 49: 93–96
- **Esteban, J.A.** 2001. Aclareo químico en níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv “Algerie”. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 106 pp.
- **Ferree, D.C. y J.C. Schmid.** 2000. Chemical thinning “Fuji” apple in the midwest. *Journal of the American Pomological Society* 54: 61-67.
- **France, J y J.H.M. Thornley.** 1984. *Mathematical models in Agriculture*. 335pp.
- **García de Otazo, J.** 1991. El aclareo químico del manzano. *Fruticultura Profesional* 38: 71-75.
- **Gariglio, N., Castillo, A., Juan, M., Almela, V. y M. Agustí.** 2000. Loquat fruit size is increased through the thinning effect of naphthalenacetic acid. *Plant Growth Regulation*, 31: 167-171.
- **Gariglio, N., Castillo, A., Juan, M., Almela, V. y M. Agustí.** 2002. El níspero japonés, técnicas para mejorar la calidad del fruto. Universidad Politécnica de Valencia. 25-29 pp.
- **Gavilán, J.** 1998. Fenología del níspero japonés cv “Algerie” en la Costa Occidental de Almería. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Murcia. 89 pp.
- **Gil-Albert, F.,** 2007. *Tratado de arboricultura frutal*. Ed. Mundiprensa. 2ª Edición. 219 pp.
- **Goffinet, M.C., Robinson, T.L. y A.N. Lakso.** 1995. A comparison of Empire apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. *J. Horticultural Science* 70(3): 375-387.
- **González, L., Lafuente, M.T. y L. Zacarías.** 2003. Maturation of loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.) under Spanish growing conditions and its postharvest performance. *Options Méditerranéennes*, 58: 171-179.

- 
- **Goubran, F.H. y B.M. El-Zeftawi.** 1986. Induction of seedles loquat. *Acta Horticulturae* 179: 381-383.
- **Green, D.W. y W.R. Antio.** 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type “Delicious” apples. *HortScience* 29(8): 887-890.
- **Hamauzu, Y., Chachin, K., Ding, C.K. y H. Kurooka.** 1997. Differences in surface color, flesh firmness, physiological activity and some components of loquat fruit picked at various stages of maturity. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 65 (4): 859-865.
- **Hennerty, M.J. y C.G. Forshey.** 1972. Tree physiological condition as a source of variation in chemical thinning of apple fruits. *HortScience* 7: 259–260.
- **Hoffman, M.B.** 1953. Safer thinning sprays for apples. *Proc. New York State Horticultural Soc.* 98: 128–135.
- **Hoffman, M.B. Edgerton, L.J. y E.G. Fisher.** 1955. Comparison of naphthaleneacetic acid and naphthaleneacetamide for thinning apples. *Proc. Amer. Soc. Horticultural Science* 65: 63–70.
- **Hueso, J.J.** 2005. Riego deficitario controlado en níspero japonés. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 183pp.
- **Jones, K.M., Koen TB., Longley S.B. y M. Oakford.** 1988. Thinning ‘Golden Delicious’ apples with naphthalene acetic acid in relation to spray concentration, volume and time of day. *J. Horticultural Science* 63: 27–30.
- **Kilavuz, M. y S. Eti.** 1993. The effects of flower thinning by hand, NAA and NAAm on the fruit set, growth rate and size of the fruits of some loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) varieties. *Doga Tr. J. Agric. Forestry* 17: 537-550.
- **Koen T.B, Jones K.M y M.J., Oakford.** 1986. Model building for prediction of ethephon thinning effect. *Acta Horticultura* 179: 645–652.
- **Leiva-Rus, F.** 1999. Autonomía de ramo y niveles óptimos de aclareo en níspero japonés (cv `Algerie`). Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 82 pp.

- 
- **Lin, S., Sharpe, R.H. y J. Janick.** 1999. Loquat: Botany and Horticulture. *Horticultural Reviews*, 23: 233-276.
- **Link, H.** 2000. Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation* 31: 17-26.
- **Llácer, G., Badenes, M.L. y J. Martínez-Calvo.** 2004. Plant material of loquat in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes Serie A. n° 58 First International Symposium on loquat*, 45-52.
- **Looney, N.E. y J.E. McKellar.** 1984. Thinning Spartan apples with carbaryl and 1-naphthaleneacetic acid: Influence of spray volume and combinations of chemicals. *Can. J. Plant. Science* 64: 161–166.
- **Martínez, A.** 2001. Optimización del aclareo químico en níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv. “Algerie” mediante aplicación de la amida del ácido naftalén acético: efecto de la dosis, fechas y uso de mojante. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 138 pp.
- **Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L. y G. Llácer.** 2000a. El níspero del japon. *Agrícola Vergel* 217: 24-33.
- **Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L. y G. Llácer.** 2000b. Descripción de variedades de níspero japonés. Generalitat Valenciana. Consellería de Pesca, Agricultura y Alimentación. 119 pp.
- **M.A.P.A.** 1990. Normas de calidad para nísperos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **McCarthy, S.J. y G.H. Wells.** 1995. Chemical thinning of Asian and European pear with ethephon and NAA. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23(1): 73-84. Resumen.
- **Mc Gregor, S.E.** 1976. Insect pollination of cultivated crop plant. USDA.

- 
- **Milic, B., Cabilovski, R., Keserovic, Z. Manojlovic, M. y D. Magazin.** 2012. Nitrogen fertilization and chemical thinning with 6-benzyladenine affect fruit set and quality of golden delicious apples. *Scientia Horticulturae* 140: 81–86.
- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).** 2012. Anuario de Estadística 2010.
- **M.O.P.T.** (Ministerios de Obras Públicas y Transportes). 1991. Atlas Nacional de España, Sección II Grupo VII: Edafología.
- **Nieto-Ángel, R. y Gil-Albert, F.** 2001. Raleo químico de frutos de manzano (*Malus domestica* Bork.) ‘Starkrimson’ y ‘Golden spur’ en plantaciones de alta densidad. *Revista chapingo Serie Horticultura* 7(2): 225-242.
- **Moreno, M.** 2000. Alternativas al aclareo de frutos manual en níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 120 pp.
- **Oakford, M.J., Jones, K.M., Bound, S.A., Koen, T.B. y I.R. Cowen.** 1991. A comparison of high-and low-volume spray techniques in the thinning of ‘Golden Delicious’ apples. *J. Horticultural Science* 66: 769–774.
- **Parra, S., Hueso, J.J. y J. Cuevas.** 2013. High density loquat orchards increase profits and shorten the time for investment returns.
- **Pinillos, V., Cañete, M.L., Sanchez, R. y J. Cuevas.** 2007. Fruit development and Maturation Phenological Stages of Algeria Loquat. *Acta Horticultural* 750.
- **Pinillos, V., Hueso, J.J., Marcon, J.L. y J. Cuevas.** 2011. Changes in fruit maturity índices along the harvest season in ‘Algerie’ loquat. *Horticultural Science* 129: 769–776.
- **Pinillos, V., Cañete, M.L., Sánchez, R, Cuevas, J. y J.J. Hueso.** 2007. Fruit Development and Maturation Phenological Stages of ‘Algerie’ Loquat. *Acta Horticulturae*, 750: 331-336.

- 
- **Puertas, M.** 2001. Polinización, fecundación y potencial partenocárpico en níspero japonés. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 109 pp.
- **Rodríguez, A.** 1983. El cultivo del níspero y el valle del Algar-Guadalest. Sociedad Cooperativa de Crédito de Callosa de Ensarriá. 262 pp.
- **Romero, M.** 2011. Maduración del níspero japonés (*eriobotrya japonica* lindl.) cv. Algerie: carácter climatérico e índices de recolección. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 45-63 pp.
- **Rongcai, Y. y W.G. Duane.** 2000. 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. Horticultural Science 125: 177-182.
- **Salvador-Sola, F.** 1999. Predicción del tamaño del fruto en níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv 'Algerie'. Determinación de los niveles óptimos de aclareo de frutos. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 80 pp.
- **Sanchez, R.** 2006. Fenología de la maduración y evolución poscosecha en níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv 'Algerie'. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. 98 pp.
- **Schneider, G.W. y J.V. Enzie.** 1944. Further studies on the effect of certain chemicals on the fruit set of the apple. Proc. Amer. Soc. Horticultural Science 43: 63-68.
- **Schonherr, J., Baur, P. y B.A. Uhlig.** 2000. Rates of cuticular penetration of 1-naphthylacetic acid (NAA) as affected by adjuvants, temperature, humidity and water quality. Plant Growth Regulation 31: 61-74.
- **Serrano, M., Zapata, P.J., Pretel, M.T., Almansa, M.S., Botella, M.A. y A. Amorós.** 2003. Changes in organic acids and sugar levels during ripening of five loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars. Options Méditerranéennes, 58: 157-160.

- 
- **Stellfeldt, A., Cuevas, J., y J.J. Hueso.** 2011. Gas Exchange in `Algerie´ Loquat during Its Annual Cycle in the Mediterranean Basin. *Acta Horticultural* 887.
- **Stopar, M., Black, B.L., y M.J. Bukovac.** 1997. The effect of NAA and BA on carbon dioxide assimilation by shoot leaves of spur-type “Delicious” and “Empire” apple trees. *J. Amer. Soc. Horticultural Science* 122(6): 837-840.
- **Strasburger, E.** 1994. *Tratado de botánica.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 192 pp.
- **Tromp, J.** 2000. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31(1-2): 27-34.
- **Tuset, J., Rodríguez, A., Bononad, S., García, J. y E. Monteagudo.** 1989. La mancha morada del níspero. *Conselleria d’Agricultura y Pesca Generalitat Valenciana.* 22 pp.
- **Tuset, J., Rodríguez, A., Bononad, S., García, J. y E. Monteagudo.** 1990. La mancha morada del níspero. *Agrícola Vergel* 98: 93-98.
- **Wertheim, S.J.** 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regulation* 31 1-2: 81-100.
- **Westwood, N. H.** 1982. *Fruticultura de zonas templadas.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 461 pp.
- **Willemsen, K.** 2001. Apple postbloom thinning. [www.tfrec.wsu.edu/horticulture/postbloom.html](http://www.tfrec.wsu.edu/horticulture/postbloom.html).
- **Williams, K.M. y E. Fallahi.** 1999. The effects of exogenous bioregulators and environment on regular cropping of apple. *HortTechnology* 9(3): 323-327.
- **Williams, M.W.** 1979. Chemical thinning of apples. *Horticultural Rev.* 1: 270-316.
- **Williams, M.W., Bound, S.A., Hughes, J. y S. Tustin.** 1995. Endothal: A blossom thinner from apples. *HortTechnology* 5: 257–259.



- **Williams, M.W. y L.J. Edgerton.** 1981. Fruit thinning of apples and pears with chemicals. USDA-SEA Agr. Info Bul. 289. 22 pp.
  
- **Zuccherelli, S., Casino, C., Moscatelli, A., Cresti, M. y S. Sansavini.** 1997. Effect of fungicides and growth regulators on “in vitro” germinatibility of apple pollen. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricultura Italiana. 59 : 75-82. Resumen.

**Páginas Web:**

- Anuario de estadística del MAGRAMA: <http://www.magrama.gob.es/es/>
  
- Crop Protection Database: <http://www.agropages.com/agrodata/Detail-2957.htm>

# ANEJOS

---



## 7. ANEJOS

### 7.1. Tratamientos fitosanitarios

A lo largo de la campaña de estudio se han realizado tratamientos fitosanitarios para el control de pulgones (*Aphis* spp.) y moteado (*Fusicladium eriobotryae*). Los tratamientos contra pulgones se han aplicado desde junio a agosto (Cuadro 5), utilizando la siguiente materia activa: Deltametrin. Durante este periodo se han realizado 3 tratamientos. Los tratamientos para controlar el moteado han sido preventivos y se han realizado cuando las condiciones meteorológicas han sido propicias para el desarrollo del hongo (temperaturas entre 10 y 26 °C y precipitaciones).

Ha sido necesario aplicar entre 4 y 5 tratamientos desde un mes antes de la floración hasta casi enero (Cuadro 5.1.). Las materias activas utilizadas para el control de esta enfermedad varían según la época del año y el tiempo transcurrido desde la aparición de la situación de riesgo. Se han utilizado las siguientes: Mancozeb, Oxicloruro de cobre y Ciproconazol. A pesar de la presencia de tripses (*Frankinella* spp.) durante la floración no se observan daños importantes por lo que tampoco se han realizado tratamientos para su control, que además es bastante difícil. No ha sido necesario el control de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) durante el año de estudio.

Cuadro 7.1. Calendario de tratamientos fitosanitarios en níspero japonés.

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
<b>Pulgón</b>												
<b>Moteado</b>												

**7.2. Plan de fertilización anual.**

Época del año	N (Kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg)	K <sub>2</sub> O (Kg)	Zn (Kg)	Fe (Kg)	M.O. (Kg)
Invierno	62,5	25	70	6	0,6	3
Primavera	37,5	12	10,5	1,8	0,18	0,9
Verano	87,5	33	42	7,2	0,72	3,6
Otoño	62,5	30	52,5	0	0	0
<b>Total</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>175</b>	<b>15</b>	<b>1,5</b>	<b>7,5</b>

Fertilizantes utilizados

Nitrato amónico (34,5-0-0)

Ácido fosfórico (0-54-0)

Nitrato potásico (13-0-46)

Sulfato potásico (0-0-52)

Quelato de Zinc

Quelato de hierro al 6% EDDHA

Extracto húmico 15% de ácidos húmicos y fúlvicos

**7.3. Análisis de agua.**

<b>pH</b>	8,5
<b>C.E. (dS/m a 25 °C)</b>	1,130

	<b>mg/l</b>	<b>meq/l</b>
<b>Carbonatos</b>	18,0	0,6
<b>Bicarbonatos</b>	137,3	2,3
<b>Sulfatos</b>	39,9	0,8
<b>Nitratos</b>	0,0	0,0
<b>Cloruros</b>	259,5	7,3
<b>Sodio</b>	80,0	3,4
<b>Potasio</b>	3,8	0,1
<b>Calcio</b>	72,5	3,6
<b>Magnesio</b>	49,0	4,0
<b>Boro (B)</b>	0,143	

Según las normas de Riverside establecidas para evaluar la calidad de las aguas de riego, ésta es un agua de buena calidad y apta para el riego (C2-S1).

**7.4. Análisis de residuos en fruto.****PLAN CONVENIO UNIVERSIDAD DE ALMERIA  
DPTO. FITOSANITARIOS UNIDAD DE RESIDUOS****BOLETIN DE ANALISIS****PROVINCIA: ALMERIA**

Producto: NISPERO  
Finca: -  
Propietario: DEP. DE FRUTICULTURA  
Fecha de la Toma: 22/04/13  
Por el Inspector: -  
Nº de Muestra: 04/3916/13  
Fecha entrada: 23/04/13

Código de muestra: -  
Precinto nº: -  
Lugar: -  
Acta: -  
Fecha inicio análisis: 23/04/13  
Fecha fin análisis: 24/04/13

**RESULTADOS****METODO: MA01.- 1-NAFTILACETAMIDA**

<u>Materias activas objetivo</u>	<u>Concentración (mg/Kg)</u>
1-NAFTILACETAMIDA	< 0,010

Almería, a 27 de mayo de 2013

VºBº El Director del Laboratorio



Fdo: Miguel Ángel Márquez García



El Jefe del Departamento



Fdo: Francisco Amat Moreno

**PLAN CONVENIO UNIVERSIDAD DE ALMERIA  
DPTO. FITOSANITARIOS UNIDAD DE RESIDUOS**

**BOLETIN DE ANALISIS**

**PROVINCIA: ALMERIA**

Producto: NISPERO  
Finca: -  
Propietario: DEP. DE FRUTICULTURA  
Fecha de la Toma: 22/04/13  
Por el Inspector: -  
Nº de Muestra: 04/3917/13  
Fecha entrada: 23/04/13

Código de muestra: -  
Precinto nº: -  
Lugar: -  
Acta: -  
Fecha inicio análisis: 23/04/13  
Fecha fin análisis: 24/04/13

**RESULTADOS**

**METODO: MA01.- 1-NAFTILACETAMIDA**

Materias activas objetivo      Concentración (mg/Kg)

1-NAFTILACETAMIDA              < 0,010

Almería, a 27 de mayo de 2013

VºBº El Director del Laboratorio

Fdo: Miguel Ángel Márquez García



El Jefe del Departamento

Fdo: Francisco Amat Moreno

**PLAN CONVENIO UNIVERSIDAD DE ALMERIA  
DPTO. FITOSANITARIOS UNIDAD DE RESIDUOS**

**BOLETIN DE ANALISIS**

**PROVINCIA: ALMERIA**

Producto: NISPERO  
Finca: -  
Propietario: DEP. DE FRUTICULTURA  
Fecha de la Toma: 22/04/13  
Por el Inspector: -  
Nº de Muestra: 04/3918/13  
Fecha entrada: 23/04/13

Código de muestra: -  
Precinto nº: -  
Lugar: -  
Acta: -  
Fecha inicio análisis: 23/05/13  
Fecha fin análisis: 24/05/13

**RESULTADOS**

**METODO: MA04.- METAMITRONA**

Materias activas objetivo      Concentración (mg/Kg)

METAMITRONA                      < 0,010

Almería, a 27 de mayo de 2013

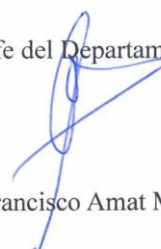
VºBº El Director del Laboratorio



Fdo: Miguel Angel Márquez García



El Jefe del Departamento



Fdo: Francisco Amat Moreno