



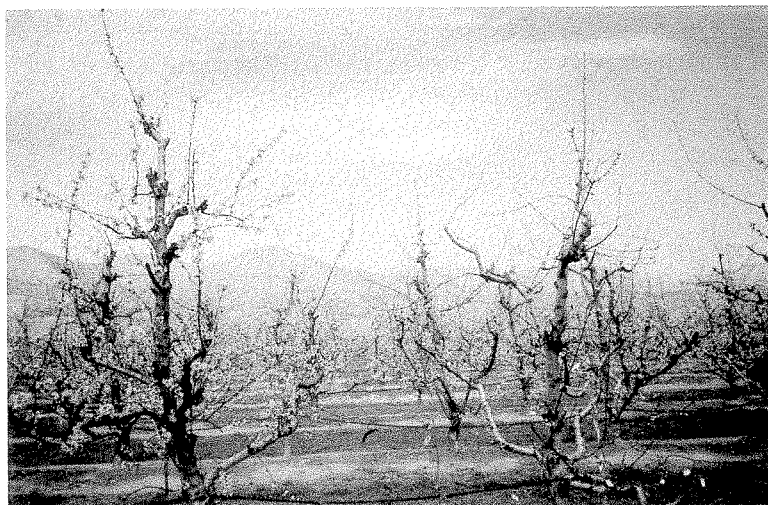
**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

Adscrita a la Universidad de Zaragoza

LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE APLICACIONES DE GA<sub>3</sub> COMO  
INHIBIDOR DE LA INICIACIÓN FLORAL EN LA  
NECTARINA 'SUPER CRIMSON'**



Nº: H.201.84

REALIZADO POR:  
GARCÍA PALLÁS, Irene  
Diciembre 1999



Z-AuDei



**Bib TC-1999-8**

R-10.251





## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento:

A la Estación Experimental de Aula Dei, por haberme permitido realizar este trabajo.

Al grupo ALM por poner a mi disposición la parcela sobre la que se han llevado a cabo estos ensayos, y en particular al Sr. Angel Embid y el resto de trabajadores de las fincas de Sástago.

Al Dr. D. Alvaro Blanco por su actuación como director de este trabajo.

Al Departamento de Nutrición Vegetal, especialmente a Conchita Fustero, Carmen Lope y Jesús Pascual por su ayuda en la realización de los análisis químicos.

Al Dr. D. Jesús Val por su colaboración en la interpretación de los datos sobre nutrición.

A mis compañeras, en especial a Marta Anadón por su ayuda en la toma de datos de campo.

A los integrantes del Departamento de Pomología y al personal de Biblioteca.

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto PCA1294 "Aclareo de frutos en especies frutales del genero *Prunus*: efecto de agentes aclarantes o inhibidores de la iniciación floral" financiado por el CONSYD (DGA).

**RESUMEN**



## RESUMEN

Las exigencias del mercado por frutos de alta calidad obliga al fruticultor a regular la carga de cosecha del árbol mediante diferentes técnicas como la poda y el aclareo de frutos.

El aclareo de frutos se ha venido realizando tradicionalmente a mano, lo que representa uno de los principales costes en la producción de melocotón, circunstancia que ha llevado a plantear la posibilidad de realizar un aclareo químico mediante la aplicación de giberelinas el verano anterior con el objetivo de inhibir el proceso de inducción floral, disminuyendo la densidad de floración al año siguiente y como consecuencia el número de frutos en el árbol, e incrementar el tamaño del fruto.

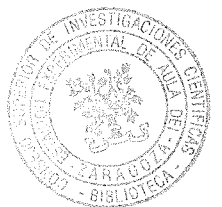
En 1998, árboles de la variedad de nectarina “Super Crimson” fueron tratados el 24 de julio con varias dosis de GA<sub>3</sub>. Como resultado de estos tratamientos la densidad de floración se redujo en 1999, de forma proporcional a la concentración de producto aplicado. Se observó a su vez una disminución gradual de la cosecha, así como un incremento en el peso medio y el tamaño del fruto al incrementarse la dosis utilizada. No se observaron efectos secundarios negativos debidos a las aplicaciones de GA<sub>3</sub>.

En 1999, otros árboles se sometieron a distintos niveles de aclareo, lo que dio lugar a una disminución de la cosecha como consecuencia de la disminución del número total de frutos así como un aumento del tamaño medio del fruto al disminuir la carga de cosecha. Niveles de aclareo que diesen lugar a 250 – 300 frutos por árbol, dieron calidades óptimas de

frutos, y se correspondieron con los niveles de producción y calidad de fruto de árboles tratados con 200 mg / l de GA<sub>3</sub>.

Estos resultados demuestran que en la variedad "Super Crimson" de nectarina, aplicaciones de GA<sub>3</sub> en la segunda quincena de julio son efectivas para reducir la densidad de floración y obtener una producción de fruta de alta calidad.

# ÍNDICES



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS I.

RESUMEN II.

ÍNDICE IV.

LISTA DE TABLAS VIII.

LISTA DE GRÁFICAS XI.

LISTA DE FIGURAS XIV.

INTRODUCCIÓN 1.

1. – IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MELOCOTONERO 2.

1.1. – Importancia del cultivo en el mundo 2.

1.2. - Importancia del cultivo en Europa 3.

1.3. – Importancia del cultivo en España 4.

1.4. – Importancia del cultivo en Aragón 6.

2. – EL MELOCOTONERO 7.

2.1. - Descripción botánica 7.

2.2. – Descripción de la planta 7.

2.3. – Biología floral y desarrollo del fruto 11.

3. – ACLAREO DE FRUTOS 13.

3.1. – Aclareo manual 14.

3.2. – Aclareo mecánico 15.

3.3. – Aclareo químico 15.

4. – SUSTANCIAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO 17.

5. – INDUCCIÓN FLORAL 19.

OBJETIVOS DEL TRABAJO 22.

MATERIAL Y MÉTODOS 23.

1. - DATOS CLIMÁTICOS 23.

2. - DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN 25.

3. - DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD 25.

4. - DISEÑO DE LOS ENSAYOS Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS 25.

5. - DATOS TOMADOS 30.

5.1. -FRUCTIFICACIÓN 30.

5.1.1. -Floración y cuajado 30.

5.1.2. - Producción y calidad del fruto 30.

5.1.2.1. - Recolección 30.

5.1.2.2. - Peso y tamaño de los frutos 31.

5.1.2.3. - Firmeza de la pulpa 31.

5.1.2.4. - Sólidos solubles 32.

5.1.2.5. - pH del zumo 33.

5.2. - DESARROLLO VEGETATIVO 33.

5.2.1. - Crecimiento de la parte aérea 33.

5.2.2. - Crecimiento de los brotes 34.

5.2.2.1. - Medición de la longitud 34.

5.2.2.2. - Peso fresco y peso seco 34.

5.2.3. - Crecimiento de la hoja 34.

5.2.3.1. - Medición del área foliar 34.

5.2.3.2. - Peso específico 35.

5.2.3.3. – Espesor de las hojas 36.

5.3. – EFECTOS SOBRE LOS NUTRIENTES CARBONADOS Y MINERALES 36.

5.3.1 – Medición de la clorofila 36.

5.3.2. – Preparación de las muestras para análisis minerales 38.

5.3.3. – Análisis de elementos minerales 39.

6. – ANÁLISIS DE DATOS 49.

RESULTADOS 50.

ENSAYO 1

1. – EFECTOS SOBRE LA FRUTIFICACIÓN 50.

1.1. – Efectos sobre la floración 50.

1.2. – Efectos sobre el cuajado 53.

1.3. – Efectos sobre la producción 54.

1.4. – Efectos sobre la calidad del fruto 61.

1.4.1. – Efecto sobre el tamaño del fruto 61.

1.4.2. – Efectos sobre la concentración de sólidos solubles, firmeza de la pulpa y Ph

62.

2. – EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO 65

2.1. – Crecimiento del tronco 65.

2.1.1. – Desde el tratamiento al reposo invernal 65.

2.1.2. – Durante el año siguiente 65

2.2. – Efectos sobre las hojas 66.

2.3. – Efecto sobre el crecimiento de los brotes 67.

- 3. – ESTUDIOS SOBRE LA NUTRICIÓN 68.
  - 3.1. – Evaluación de las clorofilas por SPAD 68.
  - 3.2. – Estudios sobre la nutrición mineral 69.
    - 3.2.1. – Concentración de nutrientes en las hojas 69.
    - 3.2.2. – Concentración de nutrientes en los frutos 70.

ENSAYO 2

- 4. – EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN 73.
- 5. – EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO 76.
  - 5.1. – Efecto sobre el tamaño del fruto 76.
  - 5.2. – Efecto sobre la cantidad de sólidos solubles 77.
  - 5.3. – Efecto sobre la firmeza de la pulpa 78.
  - 5.4. – Efecto sobre el pH 79.
- 6. – EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO 80.
  - 6.1. – Crecimiento del tronco 80.
  - 6.2. – Efectos sobre las hojas 81.
  - 6.3. – Efectos sobre el crecimiento de los brotes 81.
- 7. – EFECTOS SOBRE LA NUTRICIÓN 82.
  - 7.1 – Evaluación de las clorofilas por SPAD 82.
  - 7.2. – Efectos sobre la nutrición mineral en las hojas 83.

DISCUSIÓN 87.

CONCLUSION 100.

BIBLIOGRAFÍA 102.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Peso, altura y calibre de los frutitos en el momento de aclareo.	Pg. 28
Tabla 2.	Condiciones de medida para la determinación de hierro.	Pg. 40
Tabla 3.	Condiciones de medida para la determinación de manganeso.	Pg. 41
Tabla 4.	Condiciones de medida para la determinación del zinc.	Pg. 42
Tabla 5.	Condiciones de medida para la determinación del cobre.	Pg. 43
Tabla 6.	Condiciones de medida para la determinación de calcio.	Pg. 44
Tabla 7.	Condiciones de medida para la determinación de magnesio.	Pg. 45
Tabla 8.	Condiciones para la determinación de potasio.	Pg. 45
Tabla 9.	Producción, peso medio de los frutos y productividad de árboles de la variedad "Super Crimson" tratados con distintas dosis de GA <sub>3</sub> y aclarados a mano.	Pg. 56
Tabla 10.	Porcentaje de sólidos solubles (%), firmeza (Kg) de la pulpa y pH del zumo de las nectarinas de la variedad "Super Crimson" en la fecha de recolección.	Pg. 63
Tabla 11.	Incremento del área de la sección de tronco (%) durante 1999 en árboles de la variedad "Super Crimson".	Pg. 66
Tabla 12.	Valores medios de espesor, peso específico, área, longitud, anchura media y anchura máxima de las hojas en los distintos tratamientos.	Pg. 67
Tabla 13.	Longitud de los ramos mixtos en relación a los distintos tratamientos de GA <sub>3</sub> aplicados el verano anterior.	Pg. 68



Tabla 14.	Concentración de clorofila total (nmol / cm <sup>2</sup> ) presente en las hojas de árboles de la variedad “Super Crimson” tratados con distintas dosis de giberelina el verano anterior.	Pg. 68
Tabla 15.	Concentración de macroelementos (%) en las hojas de árboles de la variedad “Super Crimson” tratados con distintas dosis de GA <sub>3</sub> el verano anterior.	Pg.69
Tabla 16.	Concentración de microelementos (mg / Kg) en las hojas en relación a la concentración de GA <sub>3</sub> aplicada en julio del año anterior.	Pg. 70
Tabla 17.	Concentración de macroelementos (%) en los frutos de la variedad de nectarina “Super Crimson” en la fecha de recolección en relación a los tratamientos de GA <sub>3</sub> aplicados el verano anterior.	Pg. 71
Tabla 18.	Concentración de los distintos microelementos (mg / Kg) presentes en los frutos de la variedad “Super Crimson” en la fecha de recolección en relación a la dosis de GA <sub>3</sub> aplicada en julio del año anterior.	Pg. 72
Tabla 19.	Producción, peso medio de los frutos y productividad de árboles de la variedad “Super Crimson” en relación a los distintos niveles de aclareo.	Pg. 74
Tabla 20.	Incremento del área de la sección de tronco (%) en los árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintos niveles de aclareo.	Pg. 80
Tabla 21.	Valores medios de espesor, área, longitud, anchura media y	Pg. 81

anchura máxima de las hojas en los árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintas intensidades de aclareo.

- Tabla 22. Crecimiento medio de los ramos mixtos (cm) de los árboles en relación a los distintos niveles de aclareo. Pg. 82
- Tabla 23. Concentración de macroelementos (%) presentes en las hojas de árboles de la variedad “Super Crimson” en relación a la intensidad de aclareo. Pg. 84
- Tabla 24. Concentración de micronutrientes (mg / Kg) en las hojas en relación a los niveles de aclareo. Pg. 86

## LISTA DE GRÁFICAS

- Gráfica 1. Producción de melocotón en el mundo (miles de Tm.) en 1995. Pg. 3
- Gráfica 2. Producción de melocotón en Europa (miles de Tm.) en 1995. Pg. 4
- Gráfica 3. Distribución de la producción de melocotón en España en 1995. Pg. 5
- Gráfica 4. Distribución del melocotón en Aragón en 1995. Pg. 6
- Gráfica 5. Pluviometría , temperatura máxima y temperatura mínima desde octubre de 1998 hasta septiembre de 1999. Pg. 24
- Gráfica 6. Relación entre el número de flores por centímetro de brote y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en ramilletes de mayo y en ramos mixtos en árboles de la variedad “Super Crimson”. Pg. 51
- Gráfica 7. Evolución del cuajado (%) en los ramos mixtos a lo largo de 1999 según los distintos tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados. Pg. 53
- Gráfica 8. Evolución del cuajado (%) en los ramilletes de mayo en 1999 según los distintos tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados. Pg. 54
- Gráfica 9. Relación entre la cosecha del árbol (Kg / árbol) en 1999 y la concentración de giberelina aplicada el verano del año anterior. Pg. 57
- Gráfica 10. Relación entre el número total de frutos por árbol obtenidos en la cosecha de 1999 y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada el verano anterior. Pg. 58
- Gráfica 11. Relación entre el peso medio de los frutos de la variedad “Super Crimson” y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en julio Pg. 59

de 1998.

- Gráfica 12. Relación entre el número total de frutos / área de sección de tronco y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en el verano del año anterior. Pg. 60
- Gráfica 13. Relación entre la productividad (g / cm<sup>2</sup>) de los árboles de la variedad de nectarina “Super Crimson” y la concentración de giberelina aplicada el año anterior. Pg. 60
- Gráfica 14. Relación entre el calibre y la altura de los frutos de la variedad “Super Crimson” y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada el verano anterior. Pg. 62
- Gráfica 15. Relación entre la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada en julio de 1999 y el % de sólidos solubles en el zumo en la fecha de recolección. Pg. 64
- Gráfica 16. Relación entre el peso medio del fruto (“Super Crimson”) y el % de sólidos solubles presentes en el zumo. Pg. 64
- Gráfica 17. Efecto de las distintas concentraciones de GA<sub>3</sub> sobre el incremento de área de tronco desde la aplicación del tratamiento, en julio, hasta el reposo invernal. Pg. 65
- Gráfica 18. Relación entre el peso medio del fruto (g) y el número total de frutos producidos en árboles de la variedad “Super Crimson” según la intensidad de aclareo. Pg. 75
- Gráfica 19. Relación entre la cosecha obtenida (Kg) y el número total de frutos producidos por árbol según los distintos niveles de aclareo. Pg. 76

- Gráfica 20. Relación existente entre el calibre y la altura del fruto y el número total de frutos obtenidos por árbol. Pg. 77
- Gráfica 21. Relación entre el porcentaje de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas y el número total de frutos producidos por árbol según la intensidad del aclareo. Pg. 78
- Gráfica 22. Relación entre la firmeza de la pulpa (Kg) en la fecha de recolección y la productividad (Nº frutos / área de sección de tronco). Pg. 79
- Gráfica 23. Relación entre el pH del zumo de las nectarinas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) del árbol según la intensidad de aclareo. Pg. 80
- Gráfica 24. Relación entre la concentración de clorofila presente en las hojas (nmol / cm<sup>2</sup>) y la productividad del árbol (g / cm<sup>2</sup>). Pg. 83
- Gráfica 25. Relación entre la concentración de potasio presente en las hojas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) en árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintos niveles de aclareo. Pg. 85
- Gráfica 26. Relación entre la concentración de cobre (mg / Kg) presente en las hojas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) de los árboles según el nivel de aclareo. Pg. 86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mochila Marunaka HP – 286	Pg. 27
Figura 2.	Plano de los ensayos.	Pg. 29
Figura 3.	Calibre digital.	Pg. 31
Figura 4.	Penetrómetro Effeggi.	Pg. 32
Figura 5.	Refractrómetro óptico.	Pg. 33
Figura 6.	Medidor de área foliar.	Pg. 35
Figura 7.	Medidor de espesor.	Pg. 36
Figura 8.	SPAD.	Pg. 37
Figura 9.	Retraso de la floración como consecuencia de la aplicación de 300 mg / l de GA <sub>3</sub> el año anterior.	Pg. 51
Figura 10.	Diferencias en la densidad de floración y en el desarrollo de las yemas, entre árboles no tratados y árboles tratados con distintas dosis de GA <sub>3</sub> .	
	Foto A: Árbol no tratado.	Pg. 52
	Foto B: Árbol tratado con 50 mg / l	Pg. 52
	Foto C: Árbol tratado con 200 mg / l	Pg. 52
	Foto D: Árbol tratado con 300 mg / l	Pg. 52

Figura 11. Diferencias en la producción y el tamaño de fruto entre árboles aclarados manualmente y árboles tratados con distintas dosis de GA<sub>3</sub> el año anterior.

Foto A: Árbol tratado con 100 mg / l. Pg. 55

Foto B: Árbol tratado con 200 mg / l. Pg. 55

Foto C: Árbol tratado con 300 mg / l. Pg. 55

Foto D: Árbol aclarado a mano. Pg. 55

## INTRODUCCIÓN



### INTRODUCCIÓN

El melocotonero es una especie ampliamente extendida en el mundo, que se cultiva principalmente en zonas de clima templado aunque últimamente se está extendiendo a zonas de clima subtropical.

Esta especie es, en general, muy productiva por determinados aspectos que se detallaran posteriormente, dando lugar a frutos de mediano a gran tamaño. Los mercados de todo el mundo exigen, sin embargo, frutos de gran tamaño, tendencia que se va acentuando con el tiempo y que obliga a los fruticultores a aplicar técnicas de cultivo que incidan fundamentalmente en este aspecto.

El tamaño final del fruto depende en parte muy importante del nivel de carga de cosecha del árbol, entendiéndose por tal la cantidad de fruta producida por los árboles. Efectivamente los frutos compiten entre sí y con los órganos vegetativos en desarrollo por el agua y los nutrientes carbonados o minerales, por lo que una reducción del número de frutos en crecimiento resulta en un mayor tamaño final de éstos. Los fruticultores conocen esta técnica desde antiguo, denominada aclareo de frutos.

El aclareo se ha realizado generalmente a mano, con un costo muy elevado. El desarrollo de productos químicos con acción aclarante ha supuesto una gran esperanza para el fruticultor de forma que pudiese reducir estos costes, pero a diferencia de otras especies frutales, el melocotonero ha respondido de forma poco constante a dichas aplicaciones.

Ello ha llevado a plantear nuevas alternativas como la reducción de la inducción floral mediante la aplicación de giberelinas, que son unas sustancias promotoras del crecimiento vegetal.

A continuación se revisan con detenimiento todos estos aspectos.

### 1. -IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MELOCOTONERO

El melocotonero es una de las especies frutales más cultivadas en el mundo, con un importante interés económico.

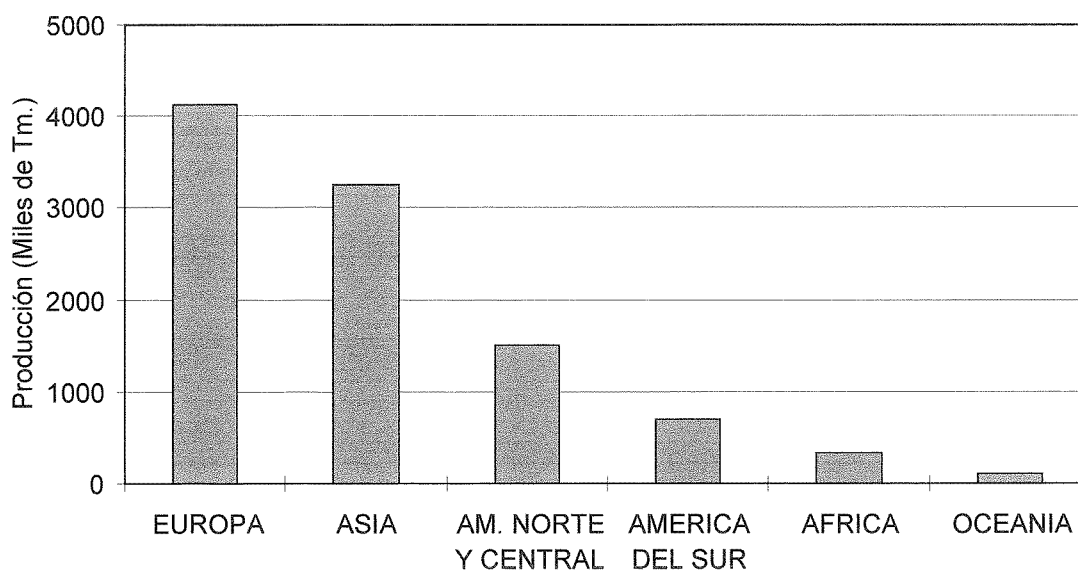
Aunque originario de China, se encuentra difundido en todo el mundo. Hace muchos años que se introdujo en la cuenca mediterránea donde ha adquirido un desarrollo notable siendo Italia uno de los países pioneros del cultivo.

#### 1.1 -IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN EL MUNDO

La producción de melocotonero en el mundo (Gráfica 1) durante 1995 fue de 10343 miles de Tm de melocotones, que se repartió de la siguiente forma por los distintos continentes:

Europa es la máxima productora con 4122 miles de Tm (casi el 50 % de la producción mundial), seguida por Asia con una producción de 3253 miles de Tm, aunque la mayor producción se concentra en China con 2038 miles de Tm, América del Norte y Central presenta una producción de 1501 miles de Tm, de los cuales 1300 se obtuvieron en EE.UU., América del Sur con una producción de 707 miles de Tm, África con 340 miles de Tm y Oceanía con 97 miles de Tm. (Anuario de estadística, 1997).



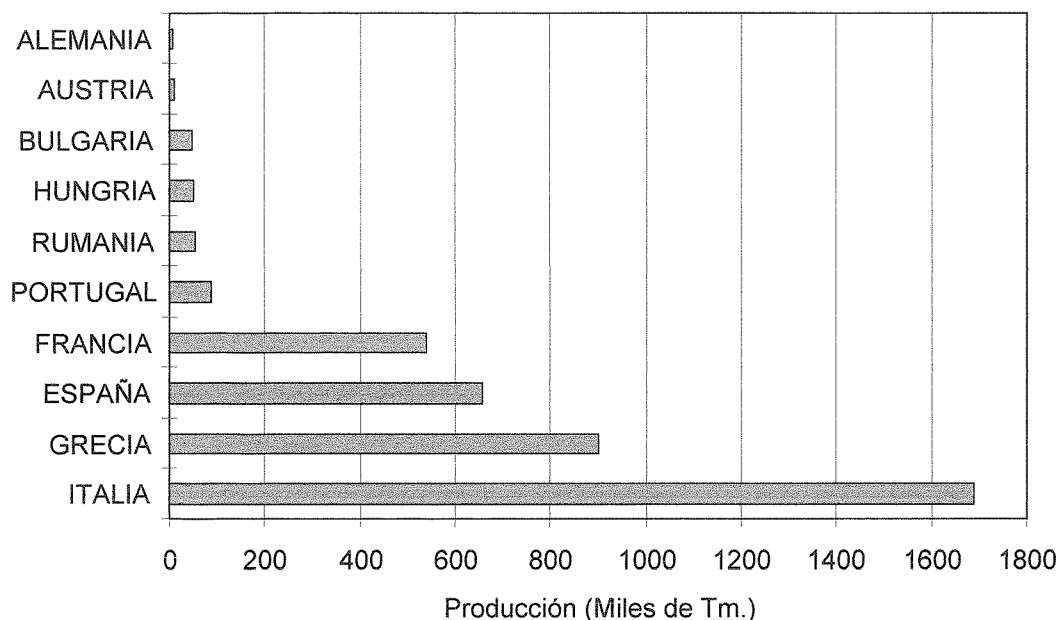


Gráfica 1. – Producción de melocotón en el mundo (miles de Tm.) en 1995.

## 1.2. -IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN EUROPA

La producción de melocotón en Europa ha disminuido en los últimos años pasando de 4949 miles de Tm en 1992 a 4122 miles de Tm en 1995. Esta producción se encuentra repartida principalmente en 10 países, 7 de ellos pertenecientes a la UE:

Italia es la máxima productora con 1689 miles de Tm seguida de Grecia con 900 miles de Tm, España con 658 miles de Tm, Francia con 540 miles de Tm, Portugal con 87 miles de Tm, Rumania con 55 miles de Tm, Hungría con 50 miles de Tm, Bulgaria con 46 miles de Tm, Austria con 11 miles de Tm y Alemania con 7 miles de Tm. (Anuario de Estadística Agraria, 1997).



Gráfica 2. - Producción de melocotón en Europa (miles de Tm.) en 1995.

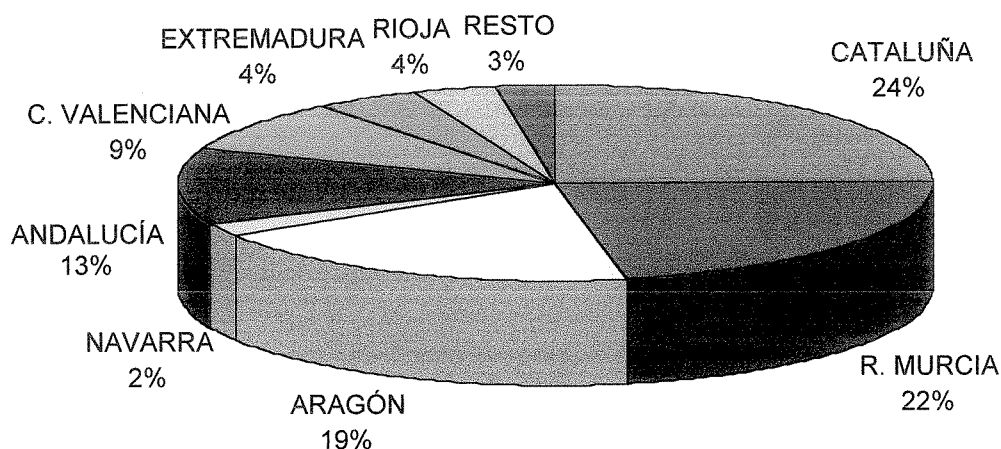
La mayor parte de la producción europea se destina al consumo en fresco, aunque el porcentaje destinado a la transformación industrial varía mucho cada año, de acuerdo con las disponibilidades de fruto.

### 1.3. - IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

La producción de melocotón en España en 1995 fue de 661215 toneladas distribuidas en 74595 hectáreas, 66583 de regadío y 8012 de secano. El rendimiento medio fue de 10138 kg/ha en regadío y 3430 kg / ha en secano. En España, en 1995, solamente la producción de manzana (815969 Tm.) superó a la producción de melocotón.

A nivel nacional las tendencias de plantación de melocotonero se orientan al cultivo de variedades de maduración extratemprana en las zonas cálidas y al de variedades tardías de carne dura en las zonas menos cálidas.

La comunidad autónoma más productora fue Cataluña con 162842 toneladas, seguida de la Región de Murcia con 147537 toneladas y Aragón con 127171 toneladas.



Gráfica 3. – Distribución de la producción de melocotón en España. En 1995.

La máxima producción de melocotón se produjo en 1992 con 1023'7 miles de toneladas, la cual disminuyó hasta 1995 y a partir de ahí se observa un aumento en la producción.

En lo que se refiere a comercio exterior, en 1995 España importó 6613 toneladas de melocotón, 5591 toneladas procedentes de la Unión Europea, principalmente de Italia, y 1022 toneladas de terceros países, mientras que exportó 96531 toneladas, 3089 a terceros países y 93442 a la Unión Europea, siendo sus principales compradores son Francia y Alemania, aunque el mercado más importante es el propio mercado interior destinándose la mayor parte al consumo en fresco.

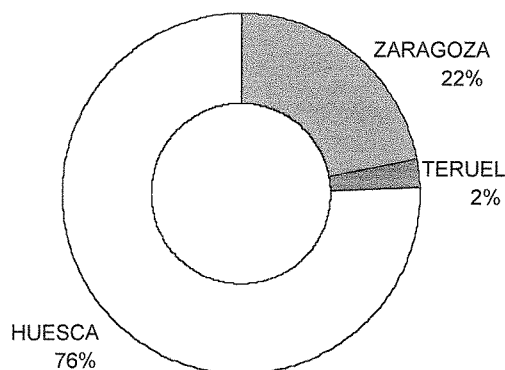
La época de recolección a nivel nacional va desde principios de mayo hasta finales de octubre: la producción más precoz aparece en mayo en las provincias de Sevilla, Huelva y Valencia; mientras que las más tardías se obtienen en Huesca, Zaragoza y La Rioja que producen hasta finales de octubre.

### 1.4. - IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN ARAGÓN

Aragón fue en 1995 la tercera comunidad autónoma productora de melocotón, por detrás de Cataluña y Murcia.

La producción en 1995 fue de 127171 toneladas, repartidas en 16144 hectáreas, de las cuales sólo 313 hectáreas están en secano, Huesca es la provincia que dedica una mayor extensión a este cultivo. En Aragón el melocotón es la fruta de la que se obtiene una mayor producción, superando incluso la producción de manzana (103033 Tm.)

Dentro de Aragón, Huesca es la máxima productora con 96230 toneladas seguida de Zaragoza con 27986 Tm y Teruel con 2955 Tm.



Gráfica 4. – Distribución del melocotón en Aragón en 1995.

### 2. -EL MELOCOTONERO

(Capítulo extraído de Fideghelli, 1987)

#### 2.1. -DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El melocotonero pertenece a la familia de las *Rosáceas*, al género *Prunus* y a la especie *Pérsica*.

Al *Prunus Pérsica* Stokes pertenecen las siguientes formas:

*Vulgaris*: Melocotonero común.

*Laevis* DC: Nectarina.

*Platycarpa*: Paraguayo.

Tanto las nectarinas como los paraguayos se derivan por mutación de los melocotoneros comunes, y en efecto, los únicos caracteres diferenciales son la ausencia de tomentosidad en la piel del fruto en el primer caso y la forma aplastada del fruto en el segundo.

#### 2.2. -DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Las raíces del melocotonero tienen un típico color anaranjado con lenticelas muy evidentes, están muy ramificadas, muy extendidas y poco profundas. La zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa, por lo menos el doble, dependiendo del contenido hídrico del suelo y su profundidad depende de la aireación del terreno, por lo que es mayor en suelos ligeros y bien drenados.

Las raíces del melocotonero son especialmente sensibles a la presencia de raíces de otras especies o de la misma especie, el antagonismo que se establece entre los sistemas radiculares de las plantas próximas es tan acentuado que induce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno de la planta adyacente.

Si se deja crecer la planta libremente adopta un porte globoso.

El melocotonero es una especie basítona. La corteza que reviste el tronco es de color gris más o menos oscuro con tonalidad rojiza mientras que las ramas tienen la corteza de color preponderantemente rojo oscuro o grisáceo.

Los ramos del melocotonero, según las dimensiones y la distribución de las yemas de flor se clasifican en: ramos mixtos, chifonas, ramos de mayo y chupones.

El ramo mixto lleva yemas de flor y yemas de madera, tiene una longitud variable de 20 - 30 cm hasta 80 - 100 cm y termina generalmente con una yema de madera. Si es vigoroso está provisto con frecuencia de ramos anticipados que suelen tener yemas de flor. La chifona es más débil que el ramo mixto, con una longitud de 15 a 30 cm, lleva preferentemente yemas de flor y puede terminar por una yema de madera o por una yema de flor. El ramo de mayo es de pocos centímetros de longitud, con una yema apical de madera y varias yemas de flor. El chupón es un ramo de muy vigoroso desarrollo, que crece en posición vertical, emite numerosos ramos anticipados y sus yemas son generalmente de madera.

Las yemas pueden ser de madera o de flor. Las primeras se distinguen sobre todo por su forma cónica y menores dimensiones, y están formadas por 8 - 10 pérulas revestidas por una tomentosidad blanquecina. Las yemas de flor son globosas, de mayores dimensiones y presentan 10 - 12 pérulas mucho más tomentosas que las anteriores; tienen por lo general



una sola flor, aunque a veces tienen dos. En algunas variedades es frecuente la presencia de flores con dos o más ovarios que pueden ser fecundadas normalmente y originar frutos dobles lo cual tiene una cierta importancia económica negativa ya que los frutos gemelos, si no se elimina uno durante el aclareo, se desarrollan de forma irregular originando una producción de desecho. Este hecho es más frecuente en plantas en la fase de envejecimiento o en plantas carentes de racionales cuidados de cultivo.

En el ramo, las yemas de madera y de flor pueden estar separadas o bien juntas en el mismo nudo. Es frecuente la presencia en un nudo de una yema de madera central y dos yemas de flor laterales; otras veces se encuentra una sola yema de flor junto a la yema de madera. Es menos frecuente el caso de dos, tres o cuatro yemas de flor sin yema de madera. Las yemas de madera se desarrollan, normalmente, al año siguiente de su formación; sin embargo en muchos casos la yema se desarrolla inmediatamente y da origen a un ramo anticipado.

Las hojas son oblongas, lanceoladas, con una longitud de 140 -180 mm y una anchura de 30 - 50 mm: el limbo es liso, a veces ondulado a lo largo del nervio central, los bordes son serrados, crenados o doblemente dentados. El color de las hojas en otoño es un índice para la distinción de las variedades de pulpa o carne amarilla de las de pulpa blanca: las hojas de las primeras se colorean de amarillo intenso o anaranjado claro, las de las segundas de amarillo claro.

En la base del limbo o en el peciolo existen frecuentemente una o más glándulas de forma globosa o reniforme. La ausencia de glándulas foliares está relacionada con una mayor sensibilidad al oídio. Generalmente sólo hay una hoja por nudo, y muy pocas veces

aparecen dos o tres pero sólo en los ramos vigorosos. La foliación es posterior a la floración.

Las flores, que pueden estar solitarias o reunidas en grupos de tres o cuatro, son de dos tipos: rosáceas o campanuláceas. Las primeras tienen los pétalos grandes, de color rosa claro, abiertos; las segundas tienen los pétalos más pequeños, de color rosa intenso y no se abren completamente. El cáliz es gamosépalo, pigmentado interiormente de color anaranjado vivo en las variedades de carne amarilla y amarillo o blanquecino en las de carne blanca. El ovario es por lo general único, pero no son raros los casos en los que es doble y hasta triple, en los melocotoneros está revestido de tricomas, en las nectarinas es completamente glabro. El pistilo, igual que el ovario, es generalmente único, pero puede ser doble o triple. El número de estambres oscila de 20 a 25, la dehiscencia de las anteras se produce normalmente, después de la apertura de las flores y en algunos casos sucede cuando los pétalos no están abiertos todavía.

El fruto es una drupa (pericarpio membranoso, mesocarpio pulposo, endocarpio leñoso), de forma más o menos globosa (excepto en el caso del paraguayo, forma *platycarpa*) con una línea de sutura y una cavidad alrededor del pedúnculo. En el ápice del fruto, aparece a veces, una protuberancia, acentuada en las zonas meridionales.

El pericarpio puede ser adherente a la pulpa o fácilmente separable. La pulpa puede ser de color amarillo o blanco; el hueso adherente a la pulpa o libre. Es frecuente el caso de pigmentación roja en la pulpa que en algunos casos puede cubrir casi completamente el color de fondo.

### 2.3. -BIOLOGÍA FLORAL Y DESARROLLO DEL FRUTO

Las flores se forman en el interior de las yemas el año anterior a su apertura. La diferenciación morfológica de los órganos florales comienza entre junio y julio. La puesta en evidencia de los primordios florales está precedida por un proceso de preparación no apreciable morfológicamente y que se conoce con el nombre de inducción antógena, de la cual son responsables tanto las sustancias nutritivas (especialmente los carbohidratos) como sustancias hormonales. En cualquier caso, es fundamental la actividad de las hojas, responsables de la elaboración de dichas sustancias.

Al término del ciclo vegetativo la flor no está completamente formada en todas sus partes: termina de formarse durante los meses invernales. Según las condiciones climáticas y las variedades, la formación de los granos de polen (microsporogénesis) se produce en enero - febrero, mientras que la formación total del ovario (macrosporogénesis) ocurre inmediatamente antes de la floración.

Las yemas de flor para completar su formación y llegar a florecer deben superar un período de reposo a temperaturas relativamente bajas: esta exigencia se denomina "necesidades en frío" y se mide por el número de horas por debajo de 7 °C, necesarias para superar el período de reposo. La mayor parte de los cultivares hoy difundidos tienen una necesidad en frío que varía de 600 a 800 horas.

La floración del melocotonero tiene lugar desde fines de febrero a abril, según la latitud, la altitud, la exposición y la variedad. La floración se ve favorecida por los días serenos y se produce en las horas diurnas. Su duración es de 8 - 10 días, como media.

La dehiscencia de las anteras tiene lugar en las horas más cálidas del día. La polinización es casi exclusivamente entomófila, siendo el insecto más importante para el transporte del polen la abeja doméstica, seguida por otros himenópteros.

Casi todas las variedades de melocotonero son autofértiles y por tanto no necesitan de otro polen.

A la polinización le sigue la fecundación del ovario y el comienzo del desarrollo del embrión (cuajado).

En el desarrollo del fruto se pueden distinguir 3 fases:

I período: Desde la fecundación hasta unos 50 días después, durante el cual se produce una intensa división celular y un crecimiento muy rápido del fruto.

II período: El crecimiento del fruto se ralentiza, comienza el proceso de endurecimiento del hueso y el desarrollo de los cotiledones. Dura de pocos días en las variedades precoces a varias semanas en las tardías.

III período: Se produce una reanudación rápida del crecimiento del fruto por distensión celular. La duración está en relación con la época de maduración.

El número de días comprendido entre la floración y la maduración es bastante constante para una misma variedad de un año a otro.

Desde la fecundación a la maduración, los frutos están sometidos a diversas caídas que pueden esquematizarse de la forma siguiente:

I caída: Comienza inmediatamente después de la caída de los pétalos o más frecuentemente 10 - 12 días más tarde, afectando a los frutos no polinizados o no fecundados o abortados y continua hasta 4 - 5 semanas después de floración afectando a frutos no fecundados que habían iniciado un desarrollo aparentemente regular.

II caída: Llamada también caída de junio o caída fisiológica y afecta a frutos normalmente fecundados de los que la planta se libera para estabilizar un equilibrio nutricional o hídrico.

III caída: Denominada también caída de pre - recolección.

En muchas variedades no es posible la distinción en períodos diferenciados y se produce una caída continua desde la floración a la maduración, este tipo de caída, es frecuente entre las variedades para industria y entre las nectarinas.

### 3. -ACLAREO DE FRUTOS

Exigencias crecientes del mercado por fruta de alta calidad en cuanto a tamaño, color, sabor, forma, etc. obliga a los fruticultores a realizar el aclareo de frutos que tiene como objetivos conseguir una cosecha con menor número de frutos pero más homogéneos, de mayor tamaño y mejor aspecto, es un complemento indispensable de la poda para conseguir una producción de calidad. Si se realiza precozmente se consigue un mejor tamaño de los frutos, una coloración más intensa, una maduración precoz y más uniforme, una mejor calidad de frutos, una mayor diferenciación de yemas de flor para el año siguiente, una más completa lignificación de los ramos y una mayor nutrición de la planta.

La época en que normalmente se realiza el aclareo de frutos es después de la caída de pequeños frutos no fecundados y antes del endurecimiento del hueso, que equivale a unos 30 días después de la plena floración. Además, en esas fechas ha pasado generalmente el periodo de riesgo de heladas primaverales. Un aclareo demasiado precoz favorece la formación de frutos de mayor tamaño, mientras que un aclareo demasiado tardío es muy poco eficaz. La intensidad de aclareo depende de la capacidad productiva de la planta.

El aclareo puede realizarse por distintos procedimientos que se desarrollan a continuación:

### 3.1. -ACLAREO MANUAL

Se realiza cuando los frutos son muy pequeños, una vez superado el riesgo de heladas y, en el caso de los frutales de hueso antes del endurecimiento del mismo, derribándolos con los dedos. Se deben eliminar todos aquellos frutos que presenten algún defecto (señales de granizo, grietas, marcas de rozaduras, manchas de criptógamas, picaduras de insectos, etc.), deformidad o sean de menor tamaño que la media, intentando conseguir una distribución homogénea de la cosecha, generalmente un fruto cada 15 – 20 cm de ramo, sin que los frutos se rocen entre sí ni queden zonas vacías. Además conviene buscar un cierto equilibrio entre el número de frutos que quedan en el árbol después del aclareo y el número de hojas funcionales que tienen que aportarles sus elaborados. Es aconsejable dejar un 15 ó 20 % de frutos en exceso teniendo en cuenta que algunos se dañaran o perderán accidentalmente después de la operación.

El aclareo manual es una técnica delicada, lenta y costosa, y bien ejecutada se consigue muy buen resultado pero también presenta importantes inconvenientes ya que es necesaria

mucha mano de obra especializada, pues hay poco tiempo para efectuar la operación y el coste resulta elevado.

### 3.2. -ACLAREO MECÁNICO

El aclareo mecánico se realiza con vibradores o sacudidores de tronco y ramas. Los equipos son los mismos que se emplean para recolección, modificando el equipo de vibrado, de forma que se pueda regular la vibración en función de la resistencia de los frutos, para poder desprender los más débiles. También se pueden emplear equipos portátiles para ramas pequeñas, y entonces el aclareo es más selectivo pero también más lento. Después del vibrado se puede hacer un repaso manual, ya que la distribución de los frutos es desigual y pueden quedar frutos pequeños, teniendo en cuenta que debe esperarse un mínimo de 10 –12 días para que terminen de caer los frutos afectados. Este repaso manual debe consistir en una revisión selectiva ya que existe riesgo de sobre – aclareo.

Existen diferentes tipos de vibradores como los vibradores continuos de elementos sacudidores, los vibradores de inercia, los vibradores de impacto, y los vibradores por corriente de aire.

### 3.3. -ACLAREO QUÍMICO

Consiste en la pulverización de productos químicos que provoquen la caída de un cierto número de frutos. Este procedimiento es más barato que el aclareo manual y además no depende de la disponibilidad de mano de obra ni de tiempo. Existen distintos tipos de productos que pueden utilizarse:

### Productos cáusticos:

Fueron los primeros productos utilizados, el DNOC (Dinitro – Orto – Cresol) fue el precursor del aclareo químico. En realidad 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 pero pueden aparecer efectos fitotóxicos. Se aplican antes de la plena floración (Gil – Albert F., 1997). Hoy en día se siguen empleando este tipo de productos, algunos aplicados en melocotonero:

DNOC: 375 mg /l en 80% de floración (Looney, 1984).

Monocarbamida dihidrógeno sulfato: 10 ml /l en 95% de floración (Myers *et al.*, 1993)

Armothin: 5% de m.a. en 80 % de floración (Southwick *et al.*, 1996).

### Reguladores de crecimiento:

Los reguladores de crecimiento de tipo sintético se emplean como productos de aclareo en distintas fases de crecimiento del fruto. Así las auxinas como el 3 CPA, ANA y NAD pueden inducir la caída de frutos cuando estos alcanzan un tamaño medio de 10 mm (Looney 1984). Otra serie de productos, como el ethephon y el CGA-15281, que desprenden etileno en la planta son efectivos justo al comienzo del periodo II de crecimiento del fruto, en el momento en que comienza el endurecimiento del hueso.

Sin embargo, la efectividad de estos productos al aplicarlos en el melocotonero, es muy errática, pues depende de muchos factores, tanto fisiológicos, de la propia planta, como medioambientales: temperatura, humedad relativa del aire, etc. Por estos motivos el aclareo



químico de frutos en especies como el melocotonero está muy restringido a pequeñas áreas en las que se dan las condiciones idóneas para su aplicación con éxito.

#### 4. – SUSTANCIAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO

Una hormona vegetal o fitohormona es una sustancia orgánica producida por las plantas en cantidades muy pequeñas que controla el crecimiento u otras funciones fisiológicas, lejos de su sitio de producción. El funcionamiento de una planta depende de niveles específicos de hormonas naturales, cada una en equilibrio con las otras. Sin embargo el logro de los objetivos específicos agrícolas puede depender del propio equilibrio de los reguladores de crecimiento naturales y *aplicados*. Este equilibrio varía a lo largo del periodo de crecimiento. Tanto la época como la concentración son críticas en la consecución de estas respuestas específicas. Los reguladores de crecimiento, tanto naturales como sintéticos, pueden dividirse en cinco grupos, basados en las diferencias de sus estructuras y efectos: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, y ácido abscísico. Vieitez, en 1984, dio una extensa descripción de las sustancias de crecimiento, por lo que sólo nos detendremos en las giberelinas, que están implicadas en la inhibición de la iniciación floral.

En 1926 se descubrió en Japón una nueva hormona, las giberelinas, como consecuencia de los trabajos de Kurosawa (1926) sobre la enfermedad del arroz “bakanae” que permitieron a Yabuta y Sumiki (1938) aislar de los cultivos de *Gibberella fujikuroi*, el ácido giberélico. En las plantas superiores las giberelinas se forman en ápices de tallos y raíces, partes florales, semillas inmaduras, embriones en germinación, etc. (Vieitez, 1984)

Las giberelinas inducen una amplia variedad de respuestas fisiológicas en las plantas, incluyendo la extensión del tallo y alargamiento de las hojas, cuajado y desarrollo de los

frutos, formación de flores y germinación de las semillas. Las plantas en roseta son capaces de florecer al ser tratadas con GA<sub>3</sub> y promueve la floración de plantas de día largo en condiciones de día corto. La aplicación más importante de GA comercialmente es GA<sub>3</sub>, que se obtiene de la fermentación del hongo *Gibberella fujikuroi* ya que esta giberelina solo se produce de forma natural en plantas superiores.

Una de sus principales aplicaciones es estimular la germinación de las semillas de cebada favoreciendo la producción de enzimas hidrolíticos, incluida la  $\alpha$  - amilasa.

También se aplica en la producción de uva, para obtener bayas sin semillas, incrementando el tamaño de las mismas y mejorando su calidad, aplicando giberelina (1 – 10 ppm) en prefloración se consigue alargar el raquis dando lugar a racimos más sueltos y como consecuencia reducir la podredumbre. Si se realiza la aplicación de GA durante la floración disminuye la viabilidad del polen y reduce la fertilidad del óvulo, reduciendo el número de bayas en cada grupo e incrementando su peso.

Las giberelinas juegan un importante papel en el cuajado y el crecimiento. En ausencia de polinización una aplicación de GA<sub>3</sub> a las flores puede inducir un cuajado partenocárpico en numerosas especies, que actúa provocando el crecimiento del fruto, debido predominantemente a la expansión de células en el mesocarpo. Se emplea fundamentalmente para estimular el cuajado en pomos y cítricos.

En algunos pomos y cítricos un exceso de cuajado puede provocar una escasa iniciación floral, este fenómeno se denomina alternancia. En casos extremos puede llevar a una total ausencia de frutos cada dos años (año “off”). Aplicaciones de GA durante el año “off” pueden reducir la iniciación floral, reduciendo la cosecha los años “on” y como

consecuencia una mayor iniciación floral, de esta forma disminuye el problema de alternancia (Hedden y Hoad, 1994).

En algunas especies las giberelinas son efectivas para aumentar el cuajado al inducir la formación de frutos partenocárpicos cuando las partes más sensibles de la flor (óvulos, placenta y estilos) han sido dañados por una helada y de esta forma salvar la cosecha (Rieger, 1989).

También pueden provocar un retraso en la fecha de floración de algunas especies como el cerezo aplicando giberelina en otoño, antes de la defoliación, así como una mayor resistencia de las yemas al frío si se aplican al final del verano o al principio del otoño, aunque estos dos efectos no están necesariamente relacionados (Anderson and Seeley, 1993).

En cuanto a la aplicación de distintos reguladores de crecimiento, así como de otros productos (desecantes, herbicidas, etc.) para realizar aclareo químico en floración o en las primeras fases de desarrollo del fruto en especies de *Prunus*, los resultados obtenidos son muy variables dependiendo de la especie y la variedad, del vigor de la planta, de condiciones climatológicas, etc. lo que ha llevado a plantear nuevas alternativas como la reducción de la iniciación floral mediante la aplicación de giberelinas.

### 5. – INDUCCIÓN FLORAL

La inducción floral es un proceso mediante el cual las yemas idénticas unas de otras, que están desarrollándose sobre los brotes en crecimiento, reciben unos estímulos. Estos estímulos son los desencadenantes de una serie de cambios morfológicos en algunas de

estas yemas que les harán convertirse en yemas de flor. A estos cambios morfológicos es a lo que se denomina diferenciación. Los primeros síntomas de la diferenciación se pueden apreciar en el melocotonero (Dorsey, 1935) en el cuarto nudo desde el ápice. Esta diferenciación sigue hacia el ápice conforme este crece. Así, se puede decir que la inducción y la diferenciación son acrópetas. Los mecanismos por los cuales se producen estos cambios son fundamentalmente regidos por los reguladores de crecimiento. Es decir, en primera instancia, lo que regula estos cambios es el estado general de la planta, incluyendo en esto la cantidad de hojas nuevas y viejas, la relación C / N, la insolación recibida por el árbol, el equilibrio hormonal y nutritivo, el estado sanitario del mismo y la carga de fruta que tiene el árbol en el momento de la iniciación, ya que la presencia de frutos ejerce una inhibición de la inducción no por competencia nutritiva sino por la acción negativa desarrollada por las giberelinas que van aumentando a partir de los ápices de los brotes como a partir de las semillas que están en vías de desarrollo. Pero, dado que son reguladores de crecimiento endógenos los que marcan estos cambios, los reguladores exógenos podrían muy bien alterarlos. La inducción floral se puede dividir en dos etapas: una reversible y otra irreversible. La primera implica que la yema está abierta a recibir estímulos para que ésta se convierta en flor. No obstante, si en este punto recibe un estímulo contrario, la yema seguirá evolucionando normalmente a madera. En la segunda etapa el destino de la yema ya ha sido fijado y no puede ser cambiado. Sin embargo, esto tampoco significa que no podamos influir en las yemas pasada esta fase, pues, dado el carácter multietapa de los procesos de inducción y diferenciación (Jackson y Sweet) este proceso puede ser bloqueado en cualquier momento. En términos generales podemos decir que resulta mucho más sencillo influir en las yemas en la inducción reversible que en la

irreversible, y más fácil en ésta que en la etapa de diferenciación. De hecho, pasado el punto de irreversibilidad, sólo podremos intervenir en las yemas deteniendo su crecimiento o alterándolas gravemente, pero nunca podrán llegar a ser yemas vegetativas. En cuanto a la evolución de los órganos sexuales (esporogénesis) presentes en las yemas diferenciadas en sentido reproductivo se completa con la formación del polen en el interior de las anteras (microsporogénesis o espermatogénesis) y con la del saco embrionario dentro de los óvulos (ovulación o macrosporogénesis). Estos procesos pueden ser completados según especies antes o después de que la yema entre en durmancia. Normalmente la evolución del gametofito masculino precede a la del femenino (Baldini, 1991).

La reducción del número de yemas de flor en melocotonero, así como de otras especies, puede ser resultado de la inhibición de la inducción floral si la aplicación de GA se hace a principios de verano o por aumentar la mortalidad de las yemas de flor con aplicaciones al final del verano. Esta tendencia a inhibir la floración suele ir acompañada de un incremento del crecimiento vegetativo en árboles frutales. No se conoce bien el mecanismo que siguen las giberelinas, pero el momento de su aplicación afecta tanto al desarrollo de las yemas como a su respuesta en floración. (Anderson and Seeley, 1993). En ensayos realizados por distintos investigadores (Taylor, Southwick, Brown, Corgan, Edgerton, Byers, etc.) con diferentes variedades de melocotonero, así como con otros *Prunus*, se han obtenido importantes reducciones del nº de flores, mediante la aplicación de GA<sub>3</sub>, con la consiguiente disminución del nº de frutos.



## **OBJETIVOS DEL TRABAJO**

## OBJETIVOS DEL TRABAJO

En el presente trabajo se pretende evaluar la efectividad del GA<sub>3</sub> como inhibidor de la iniciación floral en la nectarina “Super Crimson”, de forma que se pueda conseguir un nivel de cosecha adecuado para obtener frutos de alta calidad sin necesidad de repasos manuales de aclareo, y estudiar las relaciones entre la carga de cosecha y tamaño final del fruto para determinar el nivel óptimo de producción en esa misma variedad.

## MATERIAL Y MÉTODOS



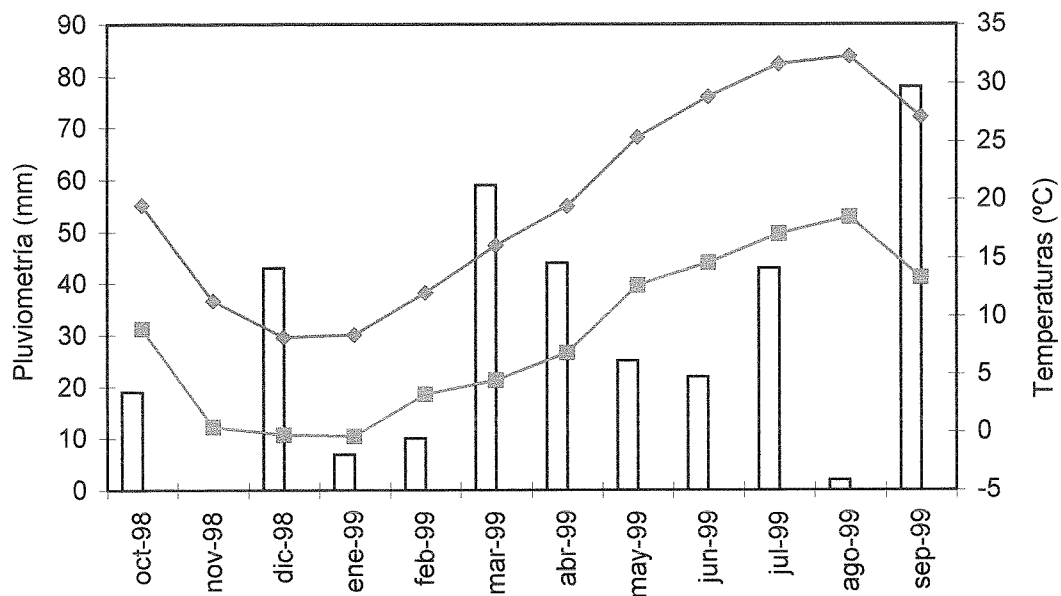
### MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos que se describen a continuación se han realizado en una finca llamada Menuza, perteneciente al grupo ALM, que se encuentra ubicada en Sástago (Zaragoza). La parcela de la plantación tiene una superficie de 3.5 Ha y está situada al lado del río, en una zona sometida a temperaturas considerablemente más elevadas en verano y más frías durante el invierno que otras partes de la finca. El suelo es franco arenoso, con la capa freática a poca profundidad debido a la proximidad del río.

Los árboles objeto de estudio, de la especie melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch.) y variedad Super Crimson, injertados sobre melocotonero franco fueron plantados en 1987, con un marco de plantación de 5 x 2, y formados como eje central. La plantación se riega por goteo, incluyendo el abonado en el agua de riego, y el cultivo se realiza según las labores propias de la zona para esta especie

#### 1. - DATOS CLIMÁTICOS

La pluviometría y las temperaturas máxima y mínima a lo largo del año fueron las representadas en la gráfica 5. Después de la fecha de plena floración (7 de marzo) solamente se produjo una helada (-2 ° C) el día 15 de abril, es decir, 37 días después de plena floración.



Gráfica 5. – Pluviometría ( ), temperatura máxima (◆) y temperatura mínima (■) desde octubre de 1998 hasta septiembre de 1999.

El día que se aplicó el tratamiento (24/07/98) la temperatura máxima registrada en la finca fue de 34 °C y la mínima de 20 ° C, aunque la temperatura durante la aplicación del mismo, de 10:45 a 12:45, osciló entre 24 y 27 °C.

### 2. - DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN

El franco común se obtiene de semillas de la misma especie, es uno de los portainjertos más difundidos. Origina plantas vigorosas, con buen anclaje, perfectamente afines a las variedades cultivadas, longevas, adecuadas para terrenos fértiles, sueltos, frescos y profundos y no calizos. El único inconveniente es una cierta heterogeneidad debida a la variabilidad genética del material de partida. Los francos obtenidos de variedades silvestres son preferibles a los obtenidos de variedades cultivadas por su mayor resistencia a las adversas condiciones atmosféricas y pedológicas.

### 3. - DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD

La variedad "Super Crimson Gold" fue obtenida en Modesto, California (USA).

Árbol muy vigoroso, de productividad media. Fruto más grueso que el de "Crimson Gold", con un color rojo vivo en casi toda la superficie. Pulpa amarilla, firme, aromática, ligeramente ácida y muy adherida al hueso. Fruto bastante resistente al transporte y a la manipulación.

### 4. - DISEÑO DE LOS ENSAYOS Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

Sobre esta parcela se llevan a cabo 2 ensayos, uno (experimento 1) para evaluar el efecto del GA3 sobre la iniciación floral con la finalidad de reducir o evitar el aclareo manual de frutos y otro (experimento 2) para determinar el nivel de carga de cosecha más adecuado para obtener una producción de alta calidad.

Experimento 1: En el ensayo de evaluación del efecto de las giberelinas sobre la fructificación se comparan los siguientes tratamientos:

- 1- Control.
- 2- GA<sub>3</sub> 50 mg / l.
- 3- GA<sub>3</sub> 100 mg / l.
- 4- GA<sub>3</sub> 200 mg / l.
- 5- GA<sub>3</sub> 300 mg / l.
- 6- Aclareo manual.

Los tratamientos se han aplicado en bloques al azar, con 4 repeticiones, distribuyendo dos bloques en cada fila de árboles (Figura 2). Se ha tomado como unidad experimental el árbol. Se han escogido para el ensayo árboles lo más homogéneos posible en cuanto a tamaño y forma, y que estuvieran separados entre sí por uno o más árboles para evitar mojar por derivas los escogidos al aplicar los tratamientos. Así mismo las filas del ensayo estaban separadas por otra fila de árboles. Al comenzar el ensayo, el 21 de julio de 1998, los árboles elegidos tenían una sección de tronco media de  $108.7 \pm 11.6 \text{ cm}^2$ .

Los tratamientos de GA<sub>3</sub> se realizaron el 24 de julio de 1998 comenzando a las 10 : 45 y finalizando a las 12 : 45. El producto se aplicó con una mochila Marunaka HP - 286 (Figura 1) a toda la copa del árbol hasta el punto de goteo. Se han empleado  $2.1 \pm 0.5$  litros de caldo de media por árbol. El aclareo manual se hizo el 14 de abril de 1999, dejando un nivel de cosecha comparable al aplicado en el resto de la parcela.

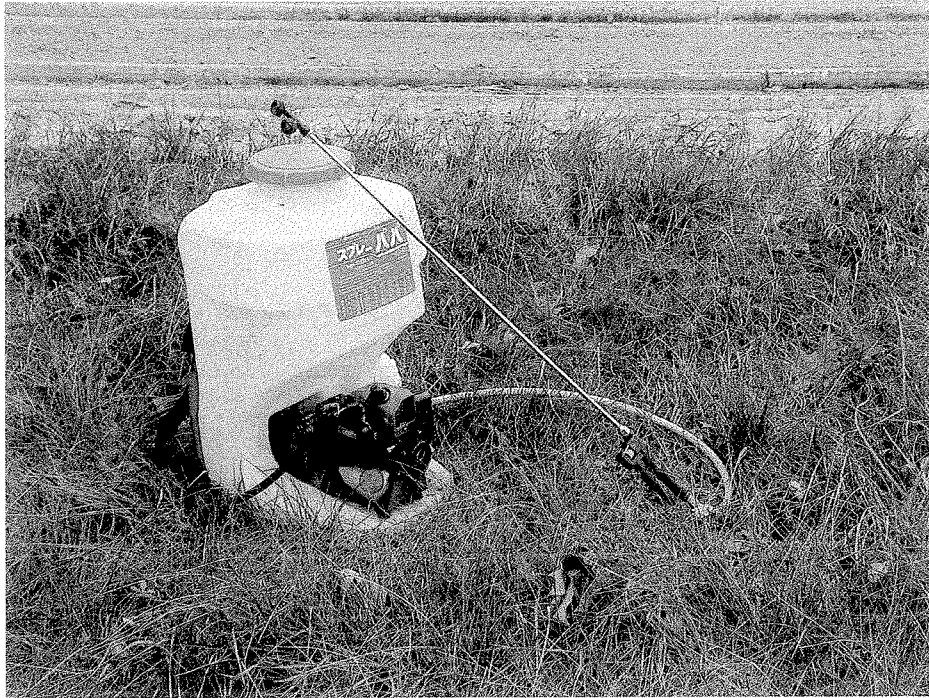


Figura 1. – Mochila Marunaka HP – 286 utilizada en la aplicación de los tratamientos de GA<sub>3</sub>.

Experimento 2: Para evaluar la carga de cosecha que da lugar a una calidad óptima del fruto, se han aplicado 3 niveles de aclareo manual:

- 1- Control sin aclarar.
- 2- Aclareo medio.
- 3- Aclareo fuerte.

El ensayo se ha diseñado como bloques al azar, con 5 repeticiones, y tomando el árbol como unidad experimental (Figura 2).

Como en el experimento 1, los árboles se escogieron lo más homogéneamente posible, y tenían al comienzo del ensayo, el 13 de enero de 1999, un área de sección de tronco de  $132.0 \pm 19.2 \text{ cm}^2$ .

El 14 de abril de 1999 se realizó el aclareo manual, de forma que en los árboles del tratamiento 2 se dejó un nivel de aclareo similar al del ensayo anterior y en los del tratamiento 3 se procedió a un aclareo más fuerte. En el momento de realizar el aclareo de frutos se recogió una muestra de frutos para determinar su peso y tamaño, midiendo su altura y calibre con un pie de rey digital que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Peso, altura y calibre de los frutitos en el momento de aclareo.

Peso (g)	Calibre (mm)	Altura (mm)
$2.4 \pm 0.9$	$11.4 \pm 0.9$	$18.7 \pm 2.9$

Media  $\pm$  Desviación típica.



### 5. - DATOS TOMADOS

#### 5.1. - FRUCTIFICACIÓN

##### 5.1.1 - FLORACIÓN Y CUAJADO

En cada uno de los árboles del ensayo 1 se seleccionaron 10 ramos mixtos y 10 ramilletes de mayo, se midió su longitud y se contó el número de flores durante el estado de plena floración (7 marzo) para calcular el n° de flores por unidad de longitud de brote. Posteriormente, hasta la fecha de recolección (18 junio) se realizaron 4 conteos de frutos (7 abril, 3 mayo, 20 mayo y 8 junio, es decir 29, 51, 72 y 95 días tras plena floración) sobre las mismas ramas, para evaluar el cuajado en esas fechas. El cuajado de frutos en cada fecha de conteo se calcula dividiendo el n° de frutos por el de flores inicial en el ramo o ramillete y se expresa en tanto por ciento. El cuajado inicial corresponde al primer conteo (29 días tras plena floración).

##### 5.1.2 - PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO

###### 5.1.2.1 - Recolección

La recolección del ensayo de aclareo manual se llevó a cabo el 15 de junio, mientras que el ensayo de aclareo químico se recolectó el 18 de junio. Para conocer el rendimiento de cada árbol se pesó su producción y se contó el número de frutos, y a partir de estos datos se calculó su peso medio.

La productividad de cada árbol es el cociente entre el peso de la cosecha y el área de tronco, así obtenemos la producción en función del tamaño del árbol, también puede relacionarse con el n° de frutos.



En cada ensayo se tomaron muestras de 20 frutos al azar en los árboles de 3 bloques de cada ensayo, para estudiar los posibles efectos de los tratamientos sobre la calidad.

### 5.1.2.2 - Peso y tamaño

Cada uno de los frutos se pesó en la balanza de precisión y con un calibre digital (Figura 2) se midió su altura y diámetro. Una vez obtenidos los datos de los 20 frutos de cada árbol se calculó el promedio.

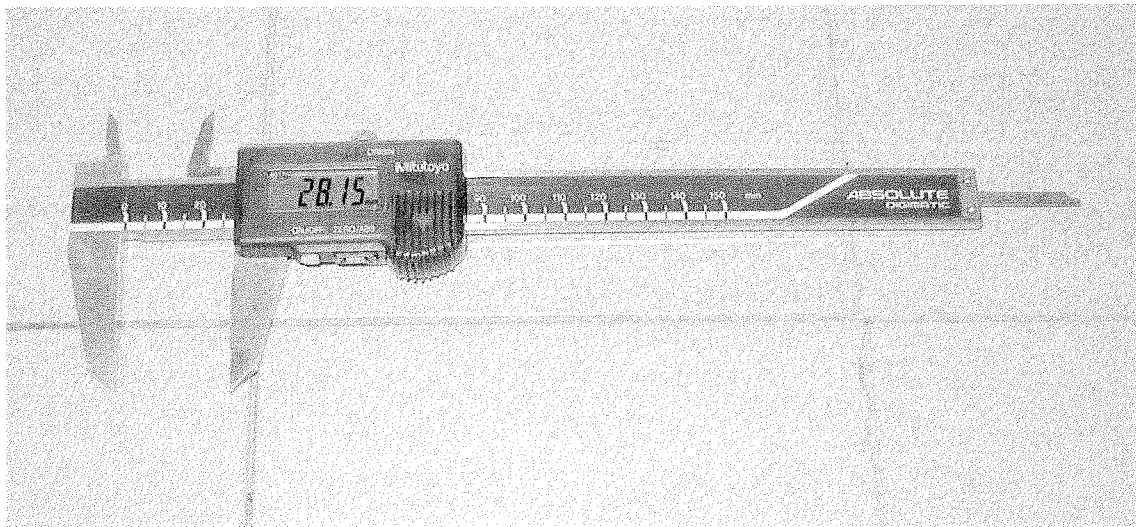


Figura 3. – Calibre digital.

### 5.1.2.3 - Firmeza de la pulpa

Para medir la firmeza de la pulpa es necesario un penetrómetro Effeggi (Figura 3). Se toma cada uno de los frutos y con una cuchilla se elimina la piel en dos puntos opuestos de la nectarina, presionando se introduce el penetrómetro hasta la señal, éste mide la fuerza que

debemos realizar para introducirlo en Kg. Posteriormente se calcula el promedio de cada fruto y el de la muestra del árbol.

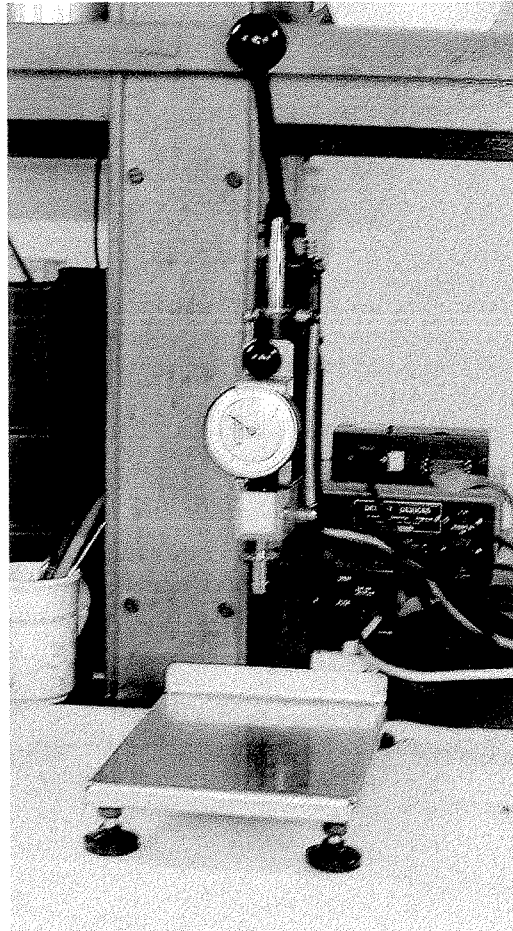


Figura 4. – Penetrómetro Effeggi.

### 5.1.2.4 - Sólidos solubles

Para analizar los sólidos solubles tomamos 2 trozos de cada fruto y los licuamos, el zumo obtenido se deja reposar hasta que aparecen 2 fases, con una pipeta tomamos una gota de

líquido sobrenadante y la ponemos en el refractómetro (Figura 4), el cual presenta una escala donde podemos leer el contenido de sólidos solubles expresado en porcentaje.

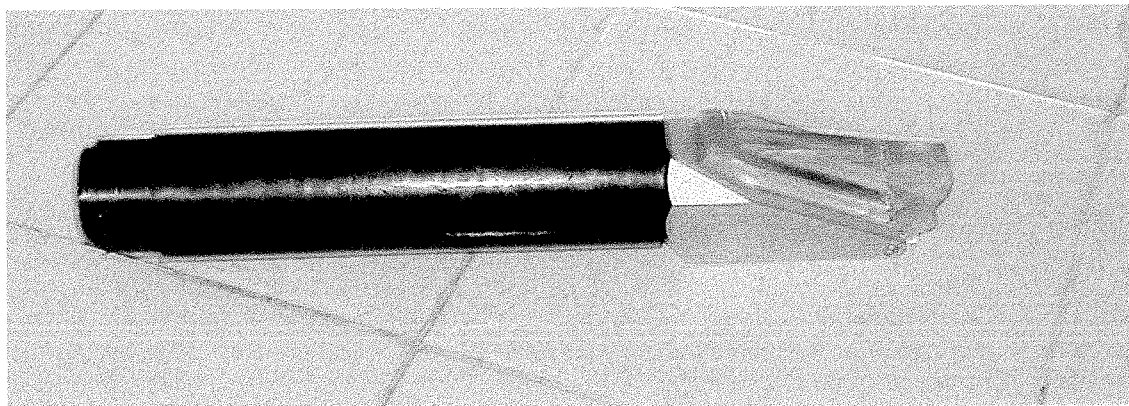


Figura 5. – Refractómetro óptico.

### **5.1.2.5 - pH del zumo**

En el zumo obtenido previamente introducimos el electrodo del pH-metro hasta la señal que indica el aparato para obtener el valor de pH de la muestra.

## **5.2 - DESARROLLO VEGETATIVO**

### **5.2.1 - Crecimiento de la parte aérea**

En julio y diciembre de 1998, y al final del ensayo (26/10/99), utilizando una cinta métrica, se midieron los perímetros de tronco a la altura marcada con una línea roja pintada para hacer la medición en el mismo punto del árbol, aproximadamente a 20 cm del suelo, siempre por debajo de las ramas. Una vez conocido el perímetro podemos calcular el área de la sección de tronco. A partir de estos datos se calcula el crecimiento relativo del área de

la sección de tronco, que está correlacionado con el incremento del tamaño del árbol, por encima del punto de medición. El crecimiento relativo se calcula por diferencia entre el valor en la fecha más reciente y el de la fecha anterior, y se divide por esta última, expresándose en porcentaje.

### **5.2.2 - Crecimiento de los brotes**

#### **5.2.2.1 - Medición de la longitud**

Cuando los árboles habían entrado en reposo invernal, el 26 de octubre de 1999, en 3 bloques de cada ensayo se toman muestras de brotes del año. Con tijeras de podar se cortaron, una vez que se había caído la hoja, 10 brotes por su base, y se midieron para conocer el crecimiento vegetativo durante el año y su relación con la carga de cosecha.

#### **5.2.2.2 - Peso fresco y peso seco**

Dichas muestras se pesaron en fresco y posteriormente se cortaron en trozos pequeños los cuales se distribuyeron en bandejas para introducirlos en la estufa de aire forzado a 60 ° C, hasta que la muestra alcanza un peso constante. Se pesaron de nuevo para conocer su peso seco.

### **5.2.3 - Crecimiento de la hoja**

#### **5.2.3.1 - Medición del área foliar**

El día 6 de julio se procedió a medir el área foliar, longitud, anchura máxima y anchura media de las hojas con un medidor de área foliar LICOR LI-3000<sup>a</sup> (Figura 6). Para ello en los árboles de 3 bloques de cada ensayo elegimos 10 hojas totalmente desarrolladas

distribuidas en distintas orientaciones en la parte media del árbol. Una vez obtenidos los datos de dichas hojas se calcula el promedio por árbol.



Figura 6. – Medidor de área foliar.

### 5.2.3.2 - Peso específico

Se toman 10 hojas de cada árbol y se corta un disco de  $0.32 \text{ cm}^2$  de cada una, estos discos se pesan en la balanza de precisión y se introducen en la estufa de aire forzado a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 48 horas, posteriormente se pesan de nuevo los discos para conocer el peso seco y de ésta forma el porcentaje de humedad y el peso específico.

### 5.2.3.3. - Espesor de las hojas

Se toma una muestra de 10 hojas por árbol en 3 bloques de cada ensayo y con un medidor de espesor (Figura 7) se mide el grosor de cada hoja en varios puntos, una vez obtenidos estos datos se calcula el promedio de cada hoja y el promedio por árbol.

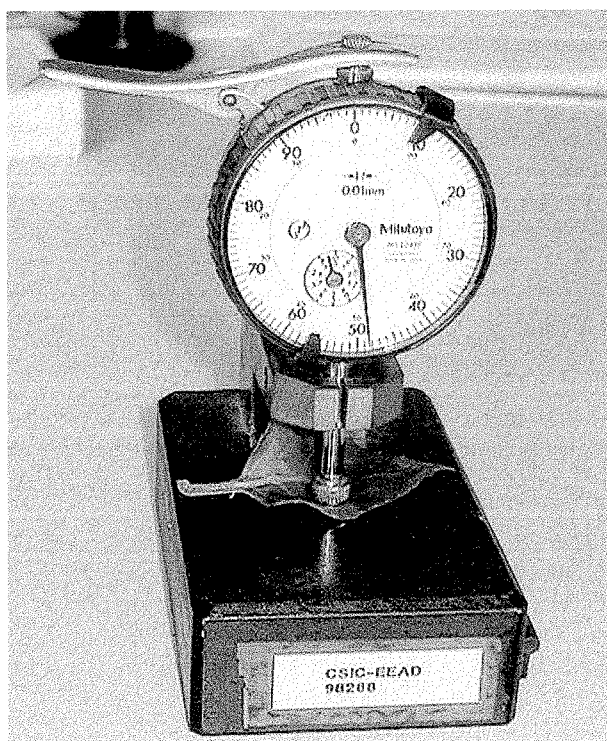


Figura 7. –Medidor de espesor.

## 5.3 - EFECTOS SOBRE LOS NUTRIENTES CARBONADOS Y MINERALES

### 5.3.1 - Medición de la clorofila

El 6 de julio se procedió a medir la cantidad de clorofila presente en las hojas con el SPAD (Figura 8), este aparato se basa en la medición de la intensidad de color, a mayor

intensidad de color mayor es la cantidad de clorofila y, por tanto, mayor es la intensidad de la fotosíntesis. Una vez tomados los datos de las 10 hojas se calcula el promedio por árbol.



Figura 8. – SPAD.

Para conocer la concentración de clorofila presente en las hojas es necesario realizar la curva de calibrado, para ello tomamos varias hojas de distintas tonalidades de verde y amarillo, las ordenamos según la intensidad de color y medimos la clorofila con el SPAD. Después cortamos de cada hoja 5 discos de  $0.33 \text{ cm}^2$ , los machacamos en el mortero junto con acetona y ascorbato (antioxidante) hasta que desaparece el material vegetal, el líquido obtenido se pasa a un matraz y se lleva a 10 ml con acetona. Con la ayuda de una jeringuilla se hace pasar la dilución a través de un filtro ( $5.0 \mu\text{m}$ ) miliporo a un recipiente, lo tapamos y lo llevamos a la nevera. Posteriormente se mide en el espectrofotómetro de UV con dos longitudes de onda distintas 662 (clorofila A) y 645 (clorofila B), los valores

obtenidos se sustituyen en las siguientes fórmulas para obtener la concentración de clorofila:

$$\text{Chl A } (\mu\text{g / ml}) = 10.81 \text{ A662} - 0.75 \text{ A645}$$

$$\text{Chl B } (\mu\text{g / ml}) = 19.02 \text{ A645} - 3.98 \text{ A662}$$

$$\text{Chl total } (\mu\text{g / ml}) = 6.83 \text{ A662} + 18.27 \text{ A645}$$

$$\text{Concentración final } (\mu\text{g / cm}^2) = \frac{\text{Chl total } (\mu\text{g / ml}) * \text{Volumen acetona (ml)}}{\text{Superficie disco (cm}^2) * \text{N}^\circ \text{ discos}}$$

$$\text{Volumen acetona} = 10 \text{ ml}$$

$$\text{Superficie disco} = 0.33 \text{ cm}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ discos} = 5$$

Mediante análisis de regresión obtenemos la fórmula que relaciona la medida del SPAD con la concentración final de clorofila:

$$\text{SPAD} = - 8.6345 + 35.964 \log [\text{Chl total}] \text{ siendo } r = 0.97401$$

### 5.3.2 - Preparación de las muestras para análisis de elementos minerales

Para realizar los análisis de elementos minerales de hojas, madera y frutos es necesaria una preparación previa de dichas muestras, que se toman en los árboles de 3 bloques de cada ensayo.

En el caso de las hojas, tomamos muestras de 40 unidades por árbol, totalmente desarrolladas y distribuidas por la parte media del árbol, las cuales se guardan en bolsas individuales, se lavan con agua y jabón, se aclaran con agua destilada, se despeciolan y se



colocan en bandejas etiquetadas para posteriormente introducirlas en la estufa de aire forzado. Los brotes una vez medidos y pesados se cortan en pequeños trozos y se distribuyen en bandejas, siguiendo un procedimiento similar al de las hojas. Para realizar el análisis mineral de frutos es necesario cortar varias láminas finas de la pulpa para proceder a su secado en la estufa.

Una vez que las muestras estaban colocadas en las bandejas se introdujeron en la estufa de aire forzado a 60 ° C hasta que alcanzaron un peso constante, esto quiere decir que la muestra ya está seca y se puede proceder a molerla, posteriormente se pasó por un tamiz de 0.5 mm, el polvo obtenido se introdujo en un recipiente hermético para evitar que se humedezca y debidamente etiquetado se llevó al laboratorio.

### 5.3.3 - Análisis de elementos minerales

Una vez secas y molidas las muestras se procede a realizar el análisis de elementos minerales con el espectrofotómetro de absorción atómica, método empleado en la Estación Experimental de Aula Dei.

En primer lugar se procede a la calcinación de la muestra según el método AOAC (1980):

La muestra se lleva en un recipiente abierto a la estufa a 80 ° C durante 25 horas, se pesa 1 gramo de muestra en el caso de las hojas y 2 gramos en el caso de los frutos en un crisol de porcelana y se introduce durante 2 horas en la mufla (500 ° C), después se deja enfriar.

Se humedece la muestra con unas gotas de agua destilada. Se añaden 4 ml de ácido nítrico (d. 1.33) diluido (1:1), se deja evaporar a sequedad en placa caliente ( 100 - 120°C) y se deja enfriar.

Se lleva a la mufla otra vez durante 1 hora a 500 ° C y se deja enfriar.

Se añaden 10 ml de ácido clorhídrico (d. 1.18) diluido (1:1), se calienta en la placa hasta la completa disolución de las cenizas y se deja enfriar. Se trasvasa a través de papel de filtro a un matraz aforado de 25 ml y se enrasa con agua destilada.

Una vez que tenemos la muestra calcinada se pasa a realizar el análisis de los distintos elementos. La determinación de hierro, manganeso, zinc y cobre se realiza directamente sobre la dilución de cenizas, mientras que para determinar el calcio, magnesio y potasio las muestras deben prepararse de forma especial debido a su alta concentración en el tejido foliar, según el siguiente método:

Tomamos una alícuota de 1 ml de la dilución de cenizas y la llevamos a un matraz aforado de 50 ml. Añadimos 5 ml de cloruro de lantano ( $\text{LaCl}_3$ ) al 3%, 1 ml de ácido clorhídrico concentrado (d. 1.18), completamos el volumen con agua desionizada y se homogeneiza. La concentración de calcio y magnesio se obtienen por absorción atómica, y la concentración de potasio por emisión atómica.

#### Determinación del hierro

La determinación del hierro se fundamenta por la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 2. Condiciones de medida para la determinación de hierro.

Mechero	Altura mechero	Llama	Longitud onda	Bandpass	Intensidad lampara	Tiempo integ.
10 cm	4 mm	Air-Acet (33/23) azul	247.7	0.2 nm	8 mA	5 s

Para preparar la solución madre (1000 mg /l) se ha llevado una ampolla de Titrisol 9972 (Merck) o equivalente a 1 litro con agua desionizada. Otro método es disolver 1 gramo de alambre de hierro en 20 ml de HCl 5N y 5 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado y diluir a 1 litro con agua destilada.

Para preparar la solución base (50 mg / l) se han tomado 5 ml de la solución madre, se ha añadido 1 ml de HCl concentrado y se ha diluido hasta 100 ml en matraz aforado, con agua desionizada

Los patrones standard se preparan a partir de la solución base de hierro añadiéndole ácido clorhídrico concentrado y agua desionizada.

#### Determinación de manganeso

La determinación de manganeso se fundamenta en la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 3. Condiciones de medida para la determinación de manganeso.

Mechero	Altura mechero	Llama	Long. onda	Bandpass	Intensidad lampara	Tiempo integ.
10 cm	4 mm	Air - Acet (33/23) Azul	279.48	0.2 nm	7 mA	5 s

La solución madre (1000 mg / l) se ha preparado llevando una ampolla de Titrisol 9988 (Merk) o equivalente a 1 litro con agua desionizada. También se puede preparar disolviendo 1 gramo de manganeso metal en 50 ml de ácido clorhídrico concentrado y diluyendo a 1 litro con agua desionizada o disolviendo 3'6077 gramos de cloruro de

manganeso ( $Mn Cl_2 \cdot 4 H_2O$ ) en 50 ml de ácido clorhídrico concentrado y diluyendo a 1 litro con agua desionizada.

La solución base (50 mg / l) la preparamos tomando 5 ml de la solución madre, añadimos 1 ml de H Cl concentrado y diluimos hasta 100 ml en matraz aforado con agua desionizada.

Los patrones standard se preparan a partir de la solución base de Mn añadiéndole H Cl concentrado y agua desionizada.

#### Determinación del zinc

La determinación del zinc se fundamenta en la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 4. Condiciones de medida para la determinación del zinc.

Mechero	Altura mechero	Llama	Long. onda	Bandpass	Intensidad lampara	Tiempo integ.
10 cm	5 mm	Air-Acet (30/23)	231.86	2 nm	7 mA	5 s

La solución madre (1000 mg /l) se ha preparado llevando una ampolla de Titrisol 9953 (Merk) o equivalente a 1 litro con agua desionizada. Otros métodos son disolver 1 gramo de zinc metal en 30 ml de H Cl 5N y diluir con agua desionizada o disolver 1'2450 g de óxido de Zinc (Zn O) en 5 ml de agua desionizada, añadir 25 ml de H Cl 5N y diluir a 1 litro con agua desionizada.

La solución base (20 mg / l) la preparamos tomando 5 ml de la solución madre, añadimos 1 ml de H Cl concentrado y la llevamos a 250 ml, en matraz aforado, con agua desionizada.

Los patrones standard se preparan a partir de la solución base de Zn, añadiéndole H Cl concentrado y agua desionizada.

### Determinación del cobre

La determinación del cobre se fundamenta en la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 5. Condiciones de medida para la determinación del cobre.

Mechero	Altura mechero	Llama	Longitud onda	Bandpass	Intensidad lampara	Tiempo integ.
10 cm	4 mm	Air - Acet (33/23) Azul	324.95	0.2 nm	7 mA	5 s

Para preparar la solución madre (1000 mg / l) llevamos una ampolla de Titrisol 9987 (Merk) o equivalente a 1 litro con agua desionizada. Otros métodos consisten en disolver 1 gramo de cobre metal en 50 ml de ácido nítrico 5 M y diluir a 1 litro con agua desionizada o disolver 3'7980 gramos de nitrato cúprico ( $\text{Cu} (\text{N O}_3)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ) en 1 litro de agua desionizada.

La solución base (20 mg / l) la preparamos tomando 5 ml de la solución madre, añadimos 1 ml de H Cl concentrado y la llevamos a 250 ml, en un matraz aforado, con agua desionizada.

Los patrones standard se preparan a partir de la solución base de Cu añadiéndole ácido clorhídrico concentrado y agua desionizada.

### Determinación del calcio

La determinación de calcio se fundamenta en la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 6. Condiciones de medida para la determinación de calcio.

Mechero	Altura mechero	Llama	Longitud onda	Bandpass	Intensidad lampara
10 cm	8 mm	Air - Acet (33/25) Blanca	422.67	0.5 nm	8 mA

La solución standard de lantano se utiliza en el análisis de calcio y magnesio en material vegetal con el objetivo de eliminar las interferencias de silicatos y fosfatos en la llama de aire - acetileno.

La solución madre (15% de lantano) la preparamos disolviendo 175.5 ml de óxido de lantano en 355 ml de ácido clorhídrico concentrado y agua desionizada y enrasamos a un litro y la disolución de lantano al 3 % la preparamos diluyendo a 1 litro con agua desionizada 200 ml de la solución anterior.

Para obtener los estándares de calcio preparamos en primer lugar la solución madre de calcio (1000 mg / l) disolviendo una ampolla de Titrisol - Ca 9943 a un litro con agua desionizada y posteriormente la solución de Ca (200 mg / l) diluyendo 50 ml de la solución anterior a 250 ml con agua desionizada.

#### Determinación del magnesio

La determinación del magnesio se fundamenta en la espectrofotometría de absorción atómica.

Tabla 7. Condiciones de medida para la determinación de magnesio.

Mechero	Altura mechero	Llama	Longitud onda	Bandpass	Intensidad lampara
10 cm cruzado 30°	8 mm	Air - Acet (33/25) Blanca	285.21	0.5 nm	8 mA

La preparación de la solución madre de lantano (15%) y la disolución de lantano al 3% es igual que en el análisis de calcio.

Para la obtención de las disoluciones estándares de magnesio preparamos en primer lugar la solución madre de magnesio de 1000 mg / l disolviendo una ampolla de Titrisol - Mg 9949 a 1 litro con agua desionizada y posteriormente la solución de Mg de 200 mg / l diluyendo 50 ml de la solución anterior a 250 ml con agua desionizada.

#### Determinación de potasio

La determinación de potasio se fundamenta en la espectrofotometría de emisión atómica.

Tabla 8. Condiciones para la determinación de potasio

Mechero	Altura mechero	Llama	Longitud onda	Bandpass	Tiempo integr.
10 cm cruzado 90°	7 mm	Air - Acet (30/18) Azul	766.49 Sin lampara	0.5 nm	5 s

La solución madre de K (1000 mg / l) se ha preparado disolviendo 1'908 gramos de cloruro potásico (K Cl) en un litro de agua desionizada y la solución de potasio a 200 mg / l se ha obtenido diluyendo 50 ml de la solución anterior a 250 ml con agua destilada.

### Determinación de fósforo

El fósforo no puede determinarse directamente sobre la dilución de cenizas sino que requiere un tratamiento diferente.

El fundamento de la determinación según el método Comité Inter - Institos (1969) se basa en que en presencia de  $V^{5+}$  y  $Mo^{6+}$ , el fósforo, en medio ácido, desarrolla un complejo amarillo de intensidad proporcional a la cantidad de elemento presente en la muestra.

En primer lugar preparamos el reactivo, para ello tomamos 100 ml de Solución A, 100 ml de Solución B y 67 ml de ácido nítrico de densidad 1'33, se lleva todo a 500 ml en un matraz aforado con agua destilada. La Solución A es molibdato amónico al 5 % en agua destilada y la Solución B 100 ml se obtiene disolviendo 2'5 g de metavanadato amónico en 500 ml de agua destilada caliente, se deja enfriar y se añaden 20 ml de ácido nítrico de densidad 1'33, se lleva todo a matriz aforado de 1 litro y se completa el volumen con agua destilada.

Una vez preparado el reactivo procedemos a hacer la determinación, para lo cual, tomamos una alícuota de 2 ml de la dilución de las cenizas realizada anteriormente según el método AOAC y la llevamos a un matraz aforado de 50 ml, añadimos 10 ml del reactivo y dejamos reposar la mezcla durante 30 minutos, se enrasa y se deja reposar 30 minutos, transcurrido este tiempo se homogeneiza y se deja reposar otros 30 minutos, tras los cuales se lee en el espectrofotómetro de absorción molecular a 420 nm.

Para la obtención de la curva patrón se parte de una disolución madre de 100 mg / l disolviendo 0'4339 gramos de fosfato monopotásico en 1 litro de agua destilada.



### Determinación del nitrógeno total

Para la determinación del nitrógeno total, según el método empleado en la Estación Experimental de Aula Dei son necesarios los siguientes reactivos:

- Ácido sulfúrico concentrado.
- Tabletas catalizador Kjeldahl (Se).
- Solución concentrada de Na OH al 50 %.
- Solución de NaOH 0.1N.
- Solución de H Cl 0.1N.
- Solución Shiro - Tashiro, que se obtiene disolviendo 0'08 gramos de azul de metilo y 0'125 gramos de rojo de metilo en 100 ml de alcohol etílico de 96°.
- Solución de fenolftaleína.

El método se divide en 2 fases:

#### DIGESTIÓN:

En una balanza de precisión colocamos un papel de fumar que está exento de nitrógeno, taramos y pesamos 0.5 gramos de muestra, liamos la muestra en el papel, la introducimos en el tubo de digestión y añadimos en éste 20 ml de ácido sulfúrico y 2 bolitas de vidrio.

Colocamos los tubos en el bloque digestor, el cual se conecta colocando los mandos de temperatura en el punto 8 y se pone en funcionamiento la trompa de agua extractora de humos.

El proceso de digestión se da por terminado cuando alcanza un color verdoso cristalino.

Se sacan los tubos del bloque y se dejan enfriar 10 - 15 minutos.

### DESTILACIÓN:

Previamente calentamos el aparato de destilación durante 8 - 10 minutos con tubos que no contengan muestra.

Preparamos los matraces de recogida con 15 ml de H Cl 0.1N, añadiendo 6 - 8 gotas del indicador Shiro - Tashiro y una pequeña cantidad de agua destilada para que la punta del tubo de vidrio quede dentro del líquido y así evitar las pérdidas de proteínas.

Añadimos 6 - 8 gotas del indicador fenolftaleína a los tubos de digestión e introducimos los tubos con las muestras ya digeridas en el sistema de ventilación. Se añade agua destilada hasta completar un volumen de 100 ml con cuidado para que no se produzca una reacción violenta (pérdida de proteínas).

Añadimos sosa hasta que neutralice (Cambia de color a rosa oscuro).

Subimos, mediante el ascensor, los matraces de recogida y ponemos en marcha el sistema de destilación durante 8 - 10 minutos, o hasta que el volumen de recogida sea de 300 ml.

Se baja el ascensor, se para la destilación y se vacían los tubos.

Cada cierto número de muestras y cada vez que se renueven el H Cl 0.1N y el Shiro - Tashiro se debe realizar un blanco introduciendo en el tubo de digestión un papel de fumar sin muestra.

El contenido final de nitrógeno se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% N = (V - V') \times 0.1 \times 0.014 \times 100 / \text{Peso de la muestra}$$

V = ml de NaOH gastados en el blanco.

V' = ml de NaOH gastados en los problemas.

### 6. - ANÁLISIS DE DATOS

Los datos del ensayo 1 se han analizado estadísticamente mediante un ANOVA (Análisis de varianza), y cuando el resultado mostró diferencias significativas, se realizó el test de Duncan de separación de medias. En algunos casos se realizó el análisis de regresión para establecer la relación existente entre distintos parámetros, como se explicará posteriormente en el capítulo de resultados.

El experimento 2 se ha analizado por regresión, tomando el número de frutos por área de sección de tronco como variable independiente.

## **RESULTADOS**

## RESULTADOS

El ensayo 1 tiene como objetivos estudiar los efectos de distintas concentraciones de GA<sub>3</sub> sobre la iniciación floral y el cuajado de los frutos, así como los efectos laterales sobre el crecimiento vegetativo del árbol debidos a las relaciones de competición entre éste y la producción de frutos y los efectos secundarios sobre la nutrición. Los resultados obtenidos en este ensayo se detallan a continuación.

### 1. - EFECTOS SOBRE LA FRUCTIFICACIÓN

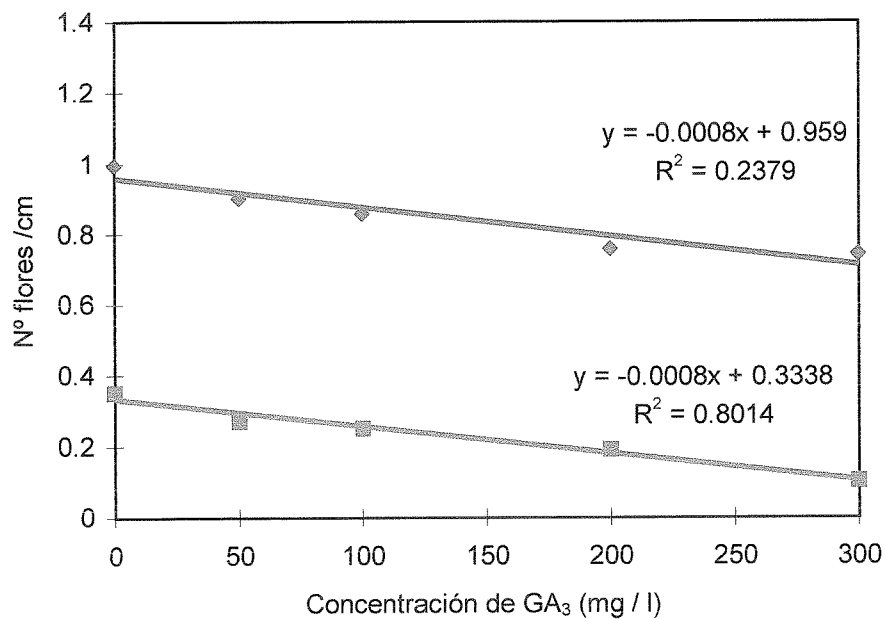
#### 1.1. - EFECTOS SOBRE LA FLORACIÓN

En la floración se observó un cierto retraso en la apertura de flores según aumentaba la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada (Figura 9). También se pudo apreciar una mayor presencia de flores alargadas, que presentaban tanto el carpelo como los pétalos más estrechos y alargados, en los árboles tratados con una mayor concentración de dicho producto.

Así mismo, se encontró una disminución significativa del número de flores por cm de longitud de brote mixto ( $P \leq 0.001$ ), y en menor grado en el caso de los ramilletes de mayo ( $P \leq 0.05$ ) según aumentaba la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada, por lo que se realizó un análisis de regresión para ver la relación existente entre ambos parámetros (Gráfica 6). Este análisis mostró una relación lineal fuerte en el caso de los brotes mixtos y mucho menor en los ramilletes de mayo, debido a la alta variabilidad en el número de yemas florales que se desarrollan en ellos (Figura 10).



Figura 9. – Retraso de la floración como consecuencia de la aplicación de 300 mg / l de GA<sub>3</sub> el año anterior.



Gráfica 6. - Relación entre el número de flores por centímetro de brote y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en ramilletes de mayo ( ◆ ) y en ramos mixtos ( ■ ) en árboles de la

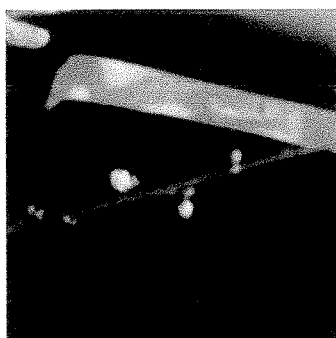
variedad “Super Crimson”. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.



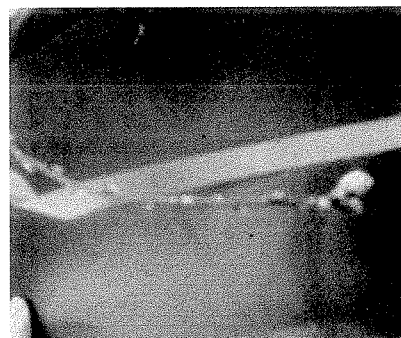
A



B



C



D

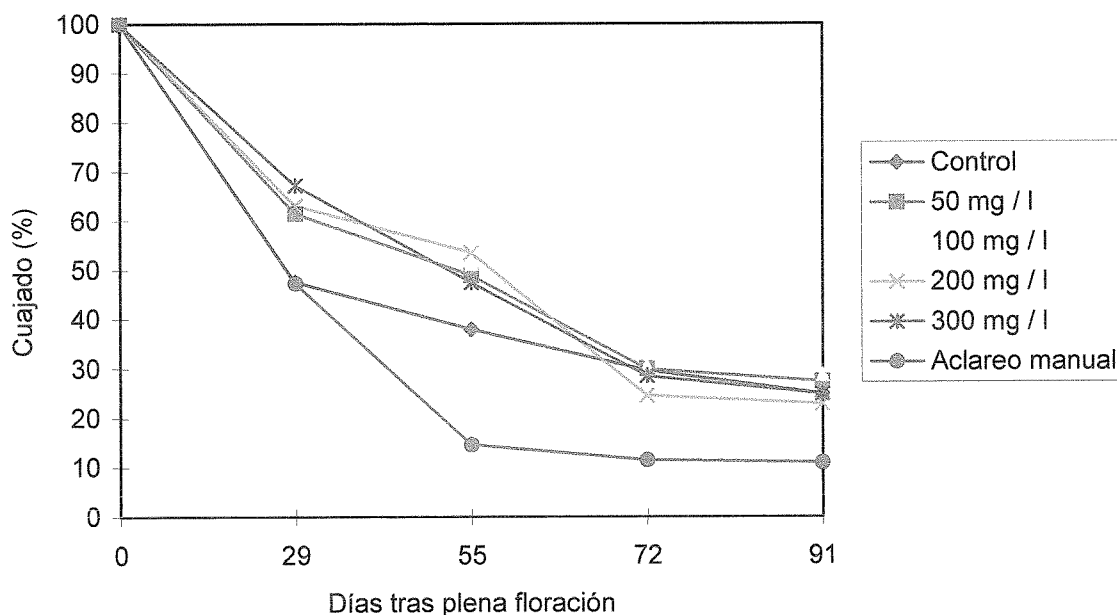
Figura 10. – Diferencias en la densidad de floración y en el desarrollo de las yemas, entre árboles no tratados y árboles tratados con distintas dosis de  $GA_3$ .

Foto A: Árbol no tratado. Foto B: Árbol tratado con 50 mg / l. Foto C: Árbol tratado con 200 mg / l. Foto D: Árbol tratado con 300 mg / l.

1.2. - EFECTO SOBRE EL CUAJADO

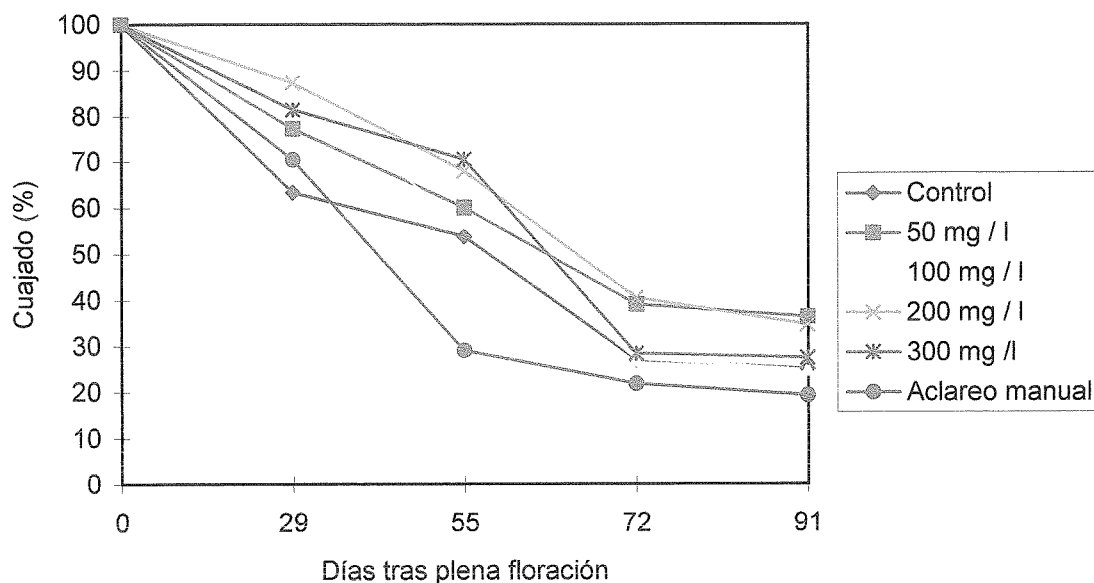
Los conteos llevados a cabo desde la floración hasta la recolección mostraron una caída gradual de frutos durante todo el periodo de crecimiento. A los 29 días después de la floración, el cuajado inicial en los árboles tratados con GA<sub>3</sub> era ligeramente superior a los no tratados (control y aclareo manual) aunque no había diferencias significativas entre ambos.

A partir del 3 de mayo, tras el aclareo manual, hay diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre este tratamiento y los demás en el caso de los ramos mixtos (Gráfica 7), pero no en los ramilletes de mayo debido a que presentan una gran variabilidad en el número de flores con relación a la longitud del brote (Gráfica 8).



Gráfica 7. - Evolución del cuajado (%) en los ramos mixtos a lo largo de 1999 según los distintos tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

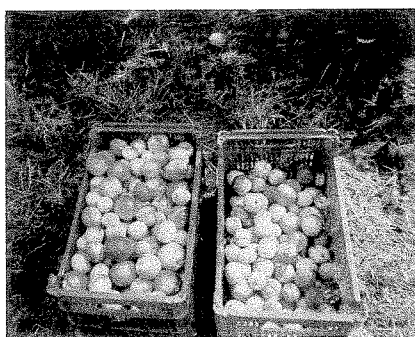




Gráfica 8. - Evolución del cuajado (%) en los ramilletes de mayo en 1999 según los distintos tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

### 1.3. - EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN

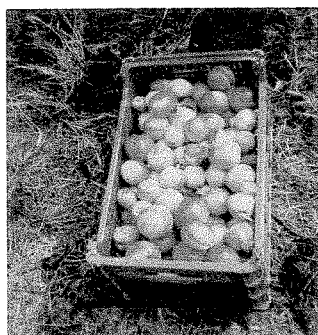
En la recolección (Tabla 9) se observó una disminución significativa de la producción considerando tanto el peso de la cosecha por árbol obtenida ( $P \leq 0.01$ ), como en el número total de frutos ( $P \leq 0.001$ ), en estos parámetros aparecen diferencias significativas entre los árboles control y los tratados con 50 mg / l de GA<sub>3</sub> y los árboles tratados con la concentración más alta y los de aclareo manual (Figura 11).



A



B



C



D

Figura 11. – Diferencias en la producción y el tamaño de fruto entre árboles aclarados manualmente y árboles tratados con distintas dosis de GA<sub>3</sub> el año anterior.

Foto A: Árbol tratado con 100 mg / l. Foto B: Árbol tratado con 200 mg / l. Foto C: Árbol tratado con 300 mg / l. Foto D: Árbol aclarado a mano.

Se encontró también una disminución de la productividad, expresada en g / cm<sup>2</sup>, ( $P \leq 0.01$ ) al ir aumentando paulatinamente la concentración de giberelina aplicada, de forma que aparecen diferencias significativas entre los árboles control y los tratados con 50 mg / l y los demás tratamientos, y también encontramos diferencias significativas entre los árboles tratados con 200 mg / l de GA<sub>3</sub> y los tratados con la dosis de 300 mg / l. Si expresamos la carga de cosecha como el número total de frutos relacionado con el área de la sección de

## RESULTADOS

tronco observamos diferencias significativas ( $P \leq 0.001$ ) entre los árboles control y los tratados con 50 mg / l de GA<sub>3</sub> y los demás, siendo menor en estos últimos, así como entre los árboles tratados con 100 y 200 mg / l y los tratados con la dosis de 300 mg / l (Tabla 9). Los tratamientos de GA<sub>3</sub> también afectaron al peso medio del fruto ( $P \leq 0.001$ ). El peso medio máximo se obtuvo en los árboles tratados con una dosis de 300 mg / l, del mismo nivel que en los árboles aclarados manualmente, y que resultaron ser significativamente mayores que en los árboles no tratados o tratados con la dosis mínima. Los árboles tratados con 100 y 200 mg / l de GA<sub>3</sub> produjeron frutos de un tamaño intermedio aunque no existen diferencias significativas entre estos y los no tratados o los tratados con 50 mg / l.

Tabla 9. - Producción, peso medio de los frutos y productividad de árboles de la variedad "Super Crimson" tratados con distintas dosis de GA<sub>3</sub> y aclarados a mano.

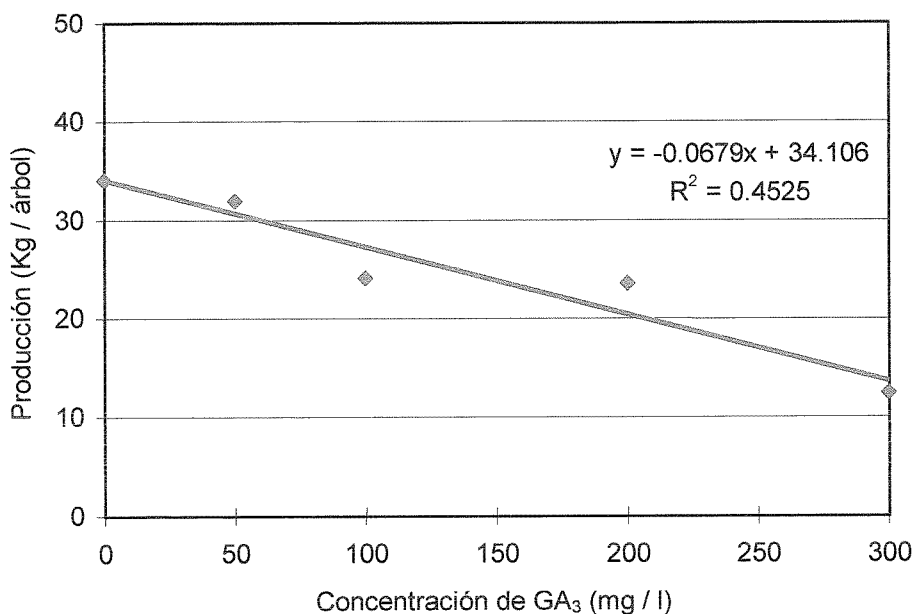
	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					
	Control	50 mg / l	100 mg/l	200 mg/l	300 mg/l	Acl. man
Cosecha (Kg / árbol)	34.1 a	32.0 a	24.2 ab	23.7 ab	12.5 b	18.0 b
Nº frutos / árbol	425.5 a	415.8 a	263.0 ab	264.3 ab	111.5 b	165.0 b
Peso medio fruto (g)	84.5 a	77.8 a	92.4 ab	91.2 ab	115.9 c	109.5 bc
Productividad:						
g / cm <sup>2</sup>	291.1 a	289.6 a	210.9 ab	202.2 b	111.2 c	155.4 bc
Nº frutos / cm <sup>2</sup>	3.6 a	3.7 a	2.3 b	2.3 b	1.0 c	1.4 bc

Dentro de cada línea los valores seguidos de igual letra no difieren significativamente al nivel  $P \leq 0.05$ .



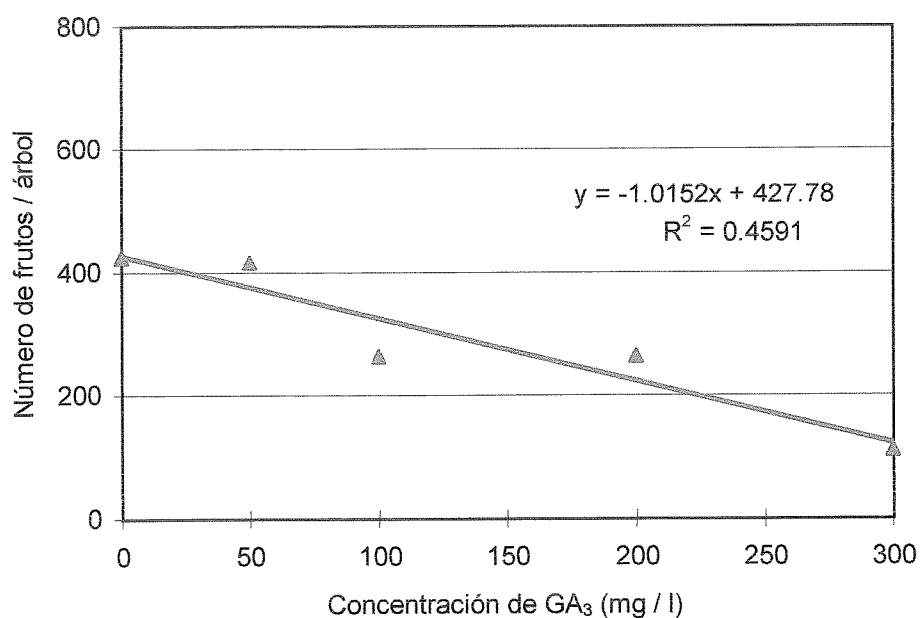
## RESULTADOS

En el análisis de regresión se observa la tendencia de la producción a disminuir paulatinamente al aumentar la concentración de giberelina aplicada ( $P \leq 0.001$ ), la producción media de los árboles tratados con la dosis máxima de giberelina fue del 37% respecto al control (Gráfica 9).



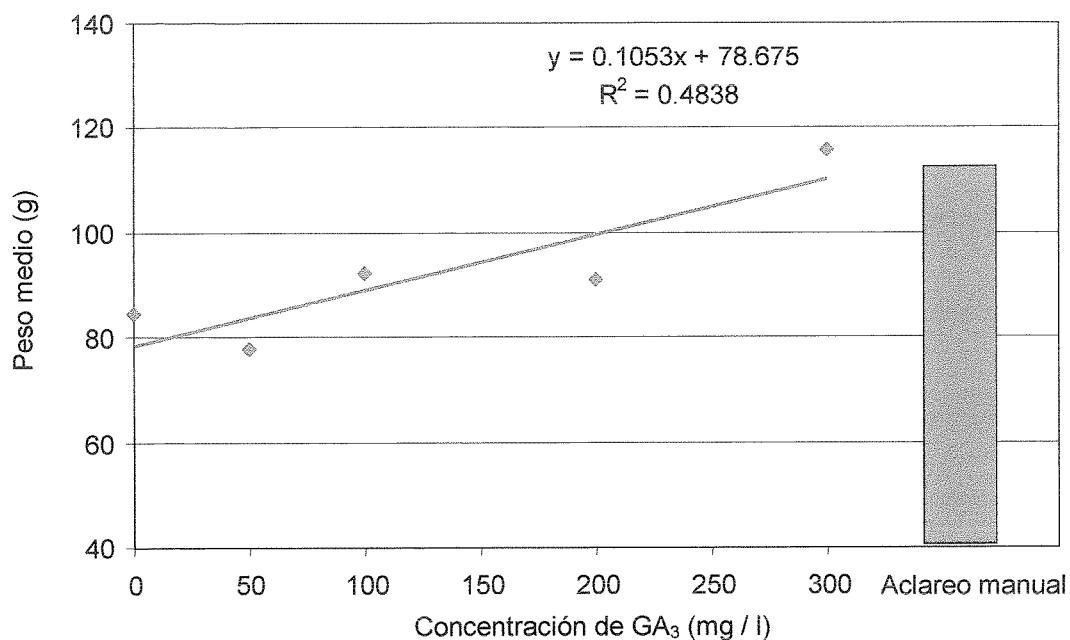
Gráfica 9. - Relación entre la cosecha del árbol (Kg / árbol) en 1999 y la concentración de giberelina aplicada el verano del año anterior. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

Del mismo modo que la cosecha, el número total de frutos producido por árbol también disminuye paulatinamente en relación al aumento de la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada (Gráfica 10).



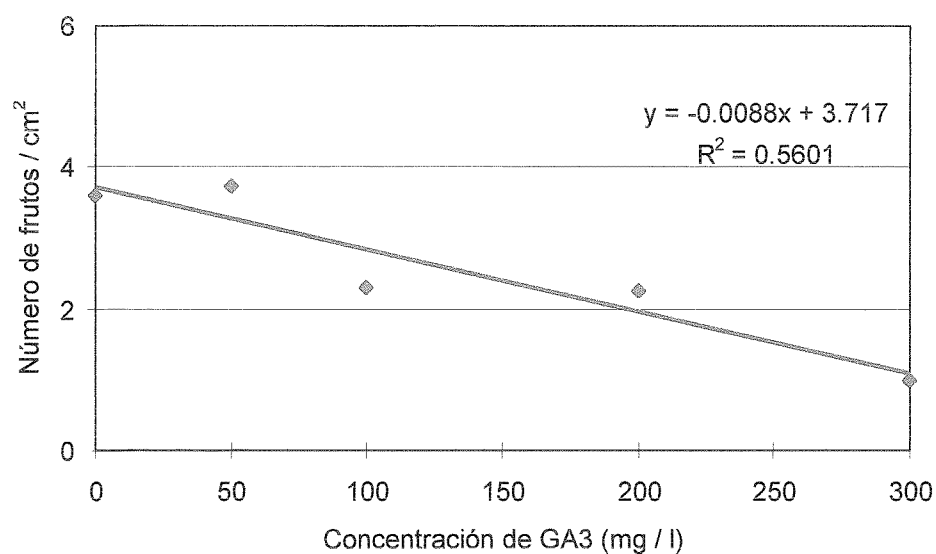
Gráfica 10. - Relación entre el número total de frutos por árbol obtenidos en la cosecha de 1999 y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada el verano anterior. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

El peso medio del fruto aumenta gradualmente ( $P \leq 0.001$ ) al aumentar la dosis de giberelina aplicada, debido a que el árbol presenta una menor carga de cosecha (Gráfica 11). Con la dosis máxima de giberelina se obtiene un incremento del peso medio del 37 % respecto al control. El peso medio de los frutos obtenidos con el tratamiento de aclareo manual (representado por la columna) es similar al de los frutos obtenidos con la dosis máxima de GA<sub>3</sub>.

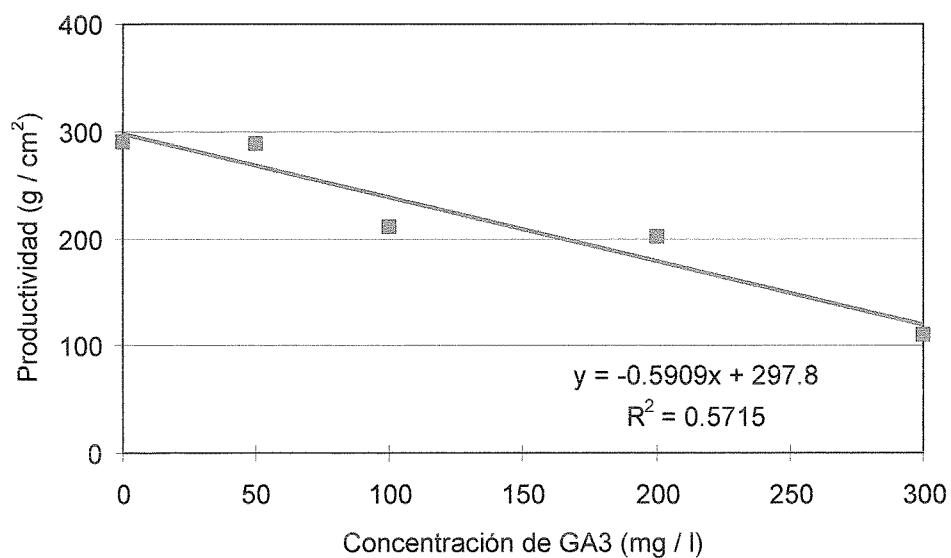


Gráfica 11. - Relación entre el peso medio de los frutos de la variedad “Super Crimson” y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en julio de 1998. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

Vista la reducción gradual de los valores de la productividad según aumentaba la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada se realizó un análisis de regresión, expresado tanto en g / área de sección de tronco (Gráfica 13) donde la tendencia de la productividad a disminuir en relación con la dosis de giberelina es menor ( $P \leq 0.01$ ) que en el caso del número de frutos / área de sección de tronco ( $P \leq 0.001$ ) (Gráfica 12).



Gráfica 12. - Relación entre el número total de frutos / área de sección de tronco y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en el verano del año anterior. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.



Gráfica 13. - Relación entre la productividad (g / área de sección de tronco) de los árboles de la variedad de nectarina “Super Crimson” y la concentración de giberelina aplicada el año anterior. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

### 1.4. - EFECTO SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO

Se tomó una muestra de frutos para determinar posibles efectos de los tratamientos sobre los distintos parámetros que evalúan la calidad del fruto:

- Tamaño.
- Sólidos solubles.
- Firmeza.
- pH del zumo.

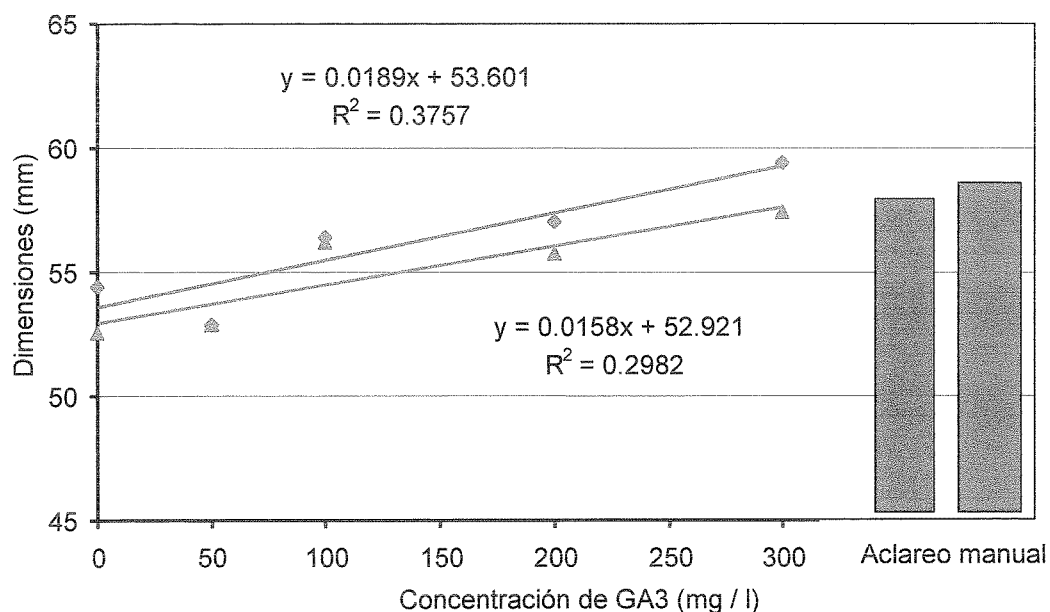
#### 1.4.1. - EFECTO SOBRE EL TAMAÑO DEL FRUTO

El tamaño es el primer parámetro a valorar dentro del estudio de calidad del fruto.

En el análisis de regresión se observa un incremento de la altura y el calibre al ir aumentando la dosis de giberelina aplicada ( $P \leq 0.05$ ), la tendencia a aumentar es mayor en el caso de la altura (Gráfica 14).

El tamaño de los frutos obtenidos en el aclareo manual, representado en la gráfica por columnas, es similar al de los frutos obtenidos con las dosis más altas de giberelina.





Gráfica 14. - Relación entre el calibre (▲) y la altura (◆) de los frutos de la variedad “Super Crimson” y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada el verano anterior. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 3 valores.

#### 1.4.2. - EFECTOS SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, FIRMEZA DE LA PULPA Y pH.

En el análisis de varianza se observa un incremento de la cantidad de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas al aumentar la dosis de giberelina aplicada (Tabla 10) aunque no existen diferencias significativas, en el caso de la firmeza los frutos obtenidos de árboles de aclareo manual presentan un valor inferior, aunque no se considera una diferencia significativa, sin embargo no se observan diferencias en el caso del pH.

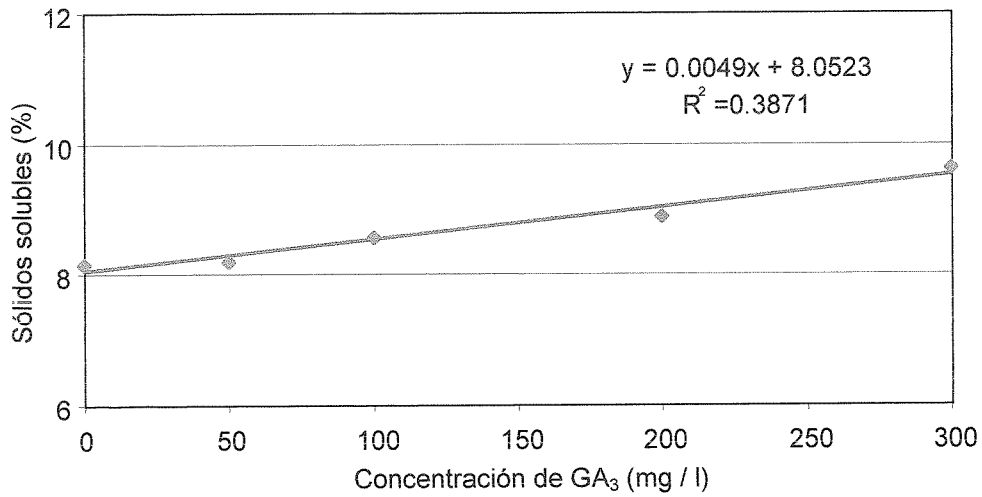
## RESULTADOS

Tabla 10. - Porcentaje de sólidos solubles (%), firmeza (Kg) de la pulpa y pH del zumo de las nectarinas de la variedad "Super Crimson" en la fecha de recolección.

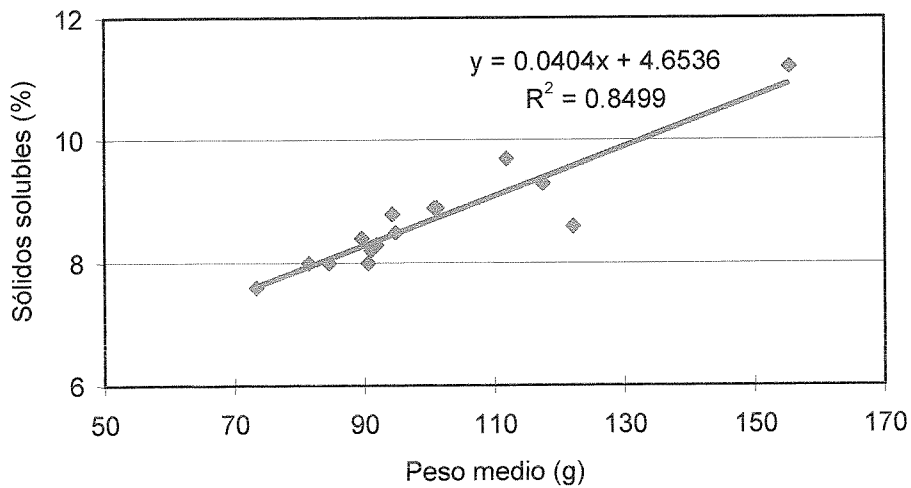
	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					Acl. man.
	Control	50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	300 mg/l	
Sólidos solubles (%)	8.2	8.2	8.6	8.9	9.6	9.0
Firmeza (Kg)	5.9	5.6	6.0	5.6	5.4	4.4
pH	3.7	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6

Visto el aumento del porcentaje de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas se realizó el análisis de regresión en el que se observó como este parámetro aumenta significativamente ( $P \leq 0.05$ ) al aumentar la dosis de giberelina aplicada el año anterior (Gráfica 15). Debido a la relación existente entre el peso medio del fruto y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada también se establece una fuerte relación lineal ( $P \leq 0.001$ ) entre el contenido en sólidos solubles y el peso medio del fruto (Gráfica16).

## RESULTADOS



Gráfica 15. – Relación entre la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada en julio de 1999 y el % de sólidos solubles en el zumo en la fecha de recolección. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 3 valores.



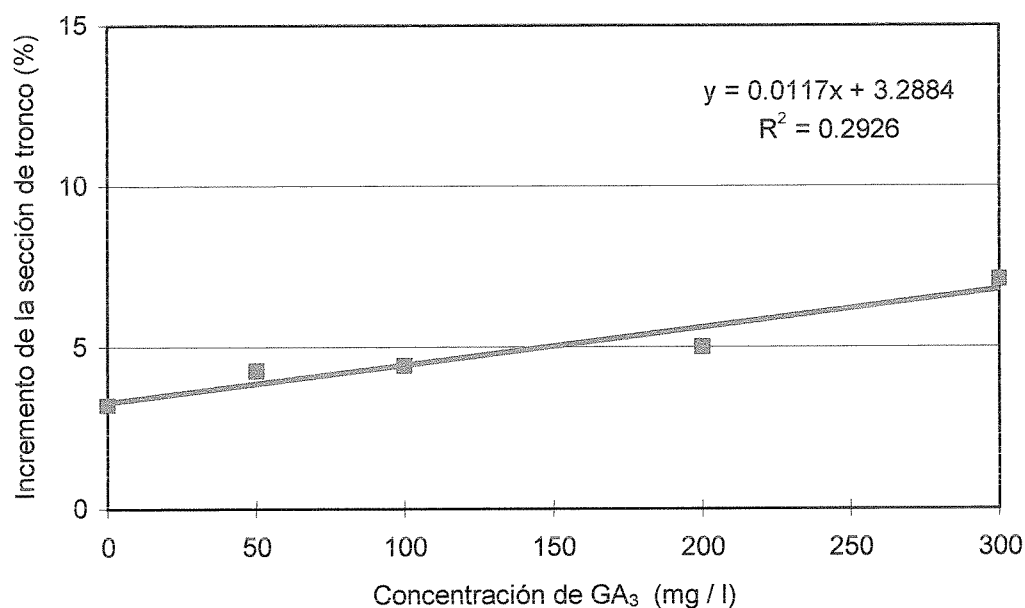
Gráfica 16. - Relación entre el peso medio del fruto ("Super Crimson") y el % de sólidos solubles presentes en el zumo. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 3 valores.

2. - EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO

2.1. - CRECIMIENTO DE TRONCO

2.1.1. - DESDE EL TRATAMIENTO AL REPOSO INVERNAL

Durante este periodo, desde que se aplicó el tratamiento en julio hasta diciembre que se volvieron a medir los perímetros de tronco, se observó un incremento significativo ( $P \leq 0.001$ ) del área de la sección de tronco gradual a la concentración de giberelina aplicada (Gráfica 17).



Gráfica 17. - Efecto de las distintas concentraciones de GA<sub>3</sub> sobre el incremento de área de tronco desde la aplicación del tratamiento, en julio, hasta el reposo invernal. Los puntos dibujados en la gráfica representan el promedio de 4 valores.

2.1.2. - DURANTE EL AÑO SIGUIENTE

Una vez que los árboles habían entrado en reposo invernal se midieron los perímetros a la misma altura que el año anterior para determinar los efectos de la giberelina sobre el

crecimiento del tronco a lo largo de 1999. Al contrario que en el año anterior el análisis de varianza no mostró ninguna relación entre este parámetro y la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en el verano del año anterior (Tabla 11), aunque el mayor incremento se produjo en los árboles de aclareo manual.

Tabla 11. - Incremento del área de la sección de tronco (%) durante 1999 en árboles de la variedad "Super Crimson".

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					Acl. Man.
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	
Incremento de la sección de tronco (%)	7.1	7.9	7.4	5.8	7.8	9.0

## 2.2. - EFECTOS SOBRE EL DESARROLLO DE LAS HOJAS

Al igual que en la floración se observó un retraso en el desarrollo de las hojas al ir aumentando la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada, ya que el crecimiento de éstas tiene lugar después de que aparecen las flores. Para evaluar la influencia del tratamiento en el desarrollo foliar se evaluaron el espesor, área, longitud, anchura media y máxima de las hojas (Tabla 12), se tomaron dichas medidas de las muestras tomadas en 3 bloques de cada ensayo, pero el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.



## RESULTADOS

Tabla 12. – Valores medios de espesor, peso específico, área, longitud, anchura media y anchura máxima de las hojas en los distintos tratamientos.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					Acl. Man.
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	
Espesor (mm)	0.147	0.145	0.142	0.139	0.151	0.141
Peso específico (mg / cm <sup>2</sup> )	9.7	10.0	9.0	10.0	10.0	9.2
Área (cm <sup>2</sup> )	47.8	47.0	47.6	45.5	50.2	47.4
Longitud (cm)	14.8	15.0	14.7	14.3	15.2	14.8
Anchura media (cm)	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3	3.2
Anchura máxima (cm)	4.9	4.7	4.9	4.9	5.0	4.7

### 2.3. - EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS BROTES

El crecimiento de los brotes (Tabla 13) a lo largo del año no se ve modificado por el tratamiento aplicado el verano anterior. Los valores de los parámetros estudiados no muestran diferencias significativas en el análisis de varianza en relación a la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada.

## RESULTADOS

Tabla 13. – Longitud de los ramos mixtos en relación a los distintos tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados el verano anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	Acl. Man.
Longitud (cm)	66.0	68.9	71.5	72.4	70.6	72.1

### 3. - EFECTOS SOBRE LA NUTRICIÓN

#### 3.1. - EVALUACIÓN DE LAS CLOROFILAS POR SPAD

La concentración de clorofila total (Tabla 14), obtenida a partir de las mediciones realizadas con SPAD en julio de 1999, no mostró diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Tabla 14. – Concentración de clorofila total (nmol / cm<sup>2</sup>) presente en las hojas de árboles de la variedad “Super Crimson” tratados con distintas dosis de giberelina el verano anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	Acl. Man.
Clorofila total (nmol/cm <sup>2</sup> )	10.8	13.2	11.1	11.5	12.8	12.6

3.2. - ESTUDIOS SOBRE LA NUTRICIÓN MINERAL

3.2.1. - CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN LAS HOJAS

De las muestras de hojas tomadas en verano, una vez secas y molidas, se determina la presencia de macro y micronutrientes para determinar los posibles efectos de los tratamientos en la absorción de elementos minerales.

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas en la concentración de macroelementos (Tabla 15) presentes en las hojas en relación a la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada.

Tabla 15. - Concentración de macroelementos (%) en las hojas de árboles de la variedad "Super Crimson" tratados con distintas dosis de GA<sub>3</sub> el verano anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					Acl. man.
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	
N	2.493	2.407	2.453	2.497	2.253	2.567
P	0.204	0.213	0.200	0.207	0.208	0.211
Ca	1.615	1.577	1.478	1.446	1.500	1.612
Mg	0.868	0.836	0.824	0.818	0.825	0.845
K	2.631	2.613	2.778	2.574	2.600	2.888

En el caso de los microelementos (Tabla 16) el análisis de varianza muestra cierto aumento de la presencia de cobre al ir aumentando la dosis de giberelina aplicada, aparecen diferencias casi significativas entre el tratamiento de aclareo manual y los demás (P =



## RESULTADOS

0.0678). El manganeso muestra una ligera tendencia a aumentar su concentración al aumentar la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada, al contrario que el cinc que tiende a disminuir pero en ninguno de los dos casos aparecen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 16. - Concentración de microelementos (mg / Kg) en las hojas en relación a la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en julio del año anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					Acl. Man.
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	
Cu	7.971 a	7.795 a	8.097 a	8.160 a	8.194 a	9.462 b
Mn	39.902 a	41.516 a	41.318 a	42.361 a	44.689 a	41.674 a
Fe	80.478 a	78.519 a	81.158 a	79.345 a	77.986 a	82.966 a
Zn	15.846 a	15.761 a	15.101 a	14.794 a	14.677 a	14.855 a

Dentro de cada línea los valores seguidos de igual letra no difieren significativamente al nivel  $P \leq 0.05$ .

### 3.2.2. – CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES MINERALES EN LOS FRUTOS

Al igual que en las hojas se determina la concentración de los elementos minerales en los frutos en la fecha de recolección para determinar los efectos que pueden producir en su desarrollo. En el análisis de varianza no se observan diferencias significativas en la concentración de los macroelementos (Tabla 17) entre los distintos tratamientos excepto en el caso del potasio ( $P = 0.0920$ ) que existen diferencias entre las dosis mínima (50 mg / l) y máxima (300 mg / l) de GA<sub>3</sub>.

## RESULTADOS

Tabla 17. - Concentración de macroelementos (%) en los frutos de la variedad de nectarina “Super Crimson” en la fecha de recolección en relación a los tratamientos de GA<sub>3</sub> aplicados el verano anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	Acl. Man.
N	1.190 a	1.087 a	1.26 a	1.217 a	1.053 a	1.173 a
P	0.215 a	0.219 a	0.223 a	0.216 a	0.201 a	0.220 a
Ca	0.083 a	0.086 a	0.081 a	0.079 a	0.066 a	0.071 a
Mg	0.140 a	0.149 a	0.142a	0.143 a	0.134 a	0.143a
K	2.191 ab	2.388 b	2.101 ab	2.168 ab	1.837 a	2.061 ab

Dentro de cada línea los valores seguidos de igual letra no difieren significativamente al nivel  $P \leq 0.05$ .

Según el análisis de varianza los microelementos presentes en los frutos en la fecha de recolección (junio de 1999) no muestran diferencias significativas en su concentración entre los distintos tratamientos de giberelina aplicados el mes de julio del año anterior (Tabla 18).

## RESULTADOS

Tabla 18. – Concentración de los distintos microelementos (mg / Kg) presentes en los frutos de la variedad “Super Crimson” en la fecha de recolección en relación a la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada en julio del año anterior.

	Concentración de GA <sub>3</sub> (mg / l)					
	Control	50 mg / l	100 mg / l	200 mg / l	300 mg / l	Acl. Man.
Fe	15.773	16.054	15.780	14.328	17.496	23.558
Mn	5.704	5.871	5.695	5.564	5.059	5.835
Cu	9.545	9.243	9.826	9.717	13.900	10.061
Zn	10.354	10.221	10.713	10.044	9.806	10.341

El ensayo 2 tiene como objetivo determinar la carga de cosecha óptima para obtener frutos de buena calidad, a continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio de distintos parámetros, tanto de la producción del árbol y la calidad del fruto como de los efectos de los distintos niveles de aclareo sobre el crecimiento vegetativo de los arboles y sobre la nutrición de los mismos.

#### 4. - EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN

Los parámetros analizados para estudiar la producción del árbol son el peso de la cosecha expresada en Kg y el número total de frutos obtenidos por árbol, peso medio del fruto obtenido y productividad.

En la recolección se observaron diferencias significativas en la producción tanto en el peso de la cosecha por árbol ( $P \leq 0.05$ ) como en el número total de frutos obtenidos ( $P \leq 0.01$ ) entre los árboles control y los de aclareo manual, aunque no aparecen diferencias significativas entre los dos niveles de aclareo (Tabla 19).

La productividad, expresada en Kg / cm<sup>2</sup> ( $P \leq 0.05$ ), disminuye significativamente en los árboles en los que se ha efectuado un aclareo manual, así como la carga de cosecha, expresada en número de frutos / área de sección de tronco ( $P \leq 0.001$ ); aparecen diferencias significativas entre los árboles control y los árboles sometidos a distintos niveles de aclareo pero éstos últimos no presentan diferencias entre sí (Tabla 19).

Se produce un importante incremento del peso medio del fruto ( $P \leq 0.001$ ) en los árboles sometidos a aclareo manual, aparecen diferencias significativas entre dichos árboles y los árboles control según el análisis de varianza, pero no aparecen diferencias significativas entre los distintos niveles de aclareo (Tabla 19).

## RESULTADOS

Aunque no existen diferencias significativas entre la producción de los árboles sometidos a distintas intensidades de aclareo, en la tabla se puede ver como en los árboles de aclareo fuerte se ha obtenido un incremento de la cosecha (5% en relación al aclareo medio) con un menor número de frutos, esto es debido a que se obtiene un incremento del 10% en el peso medio del fruto en los árboles de aclareo fuerte respecto a los de aclareo medio.

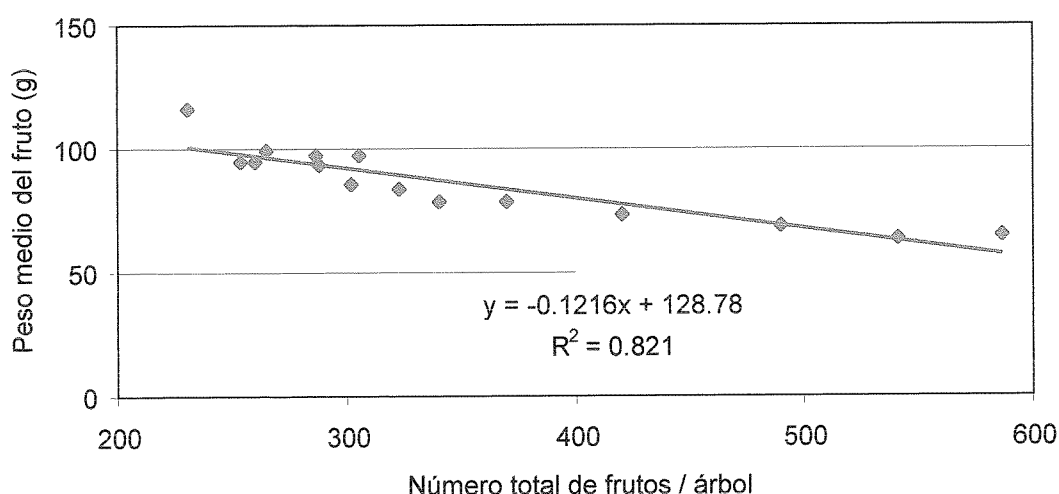
Tabla 19. – Producción, peso medio de los frutos y productividad de árboles de la variedad “Super Crimson” en relación a los distintos niveles de aclareo.

	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Cosecha (Kg / árbol)	32.8 a	26.2 b	27.6 b
Nº frutos / árbol	476.0 a	294.8 b	282.4 b
Peso medio fruto (g)	69.9 a	89.6 b	98.7 b
Productividad:			
g. / cm <sup>2</sup>	245.5 a	203.9 b	200.2 b
Nº frutos / cm <sup>2</sup>	3.5 a	2.3 b	2.0 b

Dentro de cada fila los valores seguidos de igual letra no difieren significativamente al nivel  $P \leq 0.05$ .

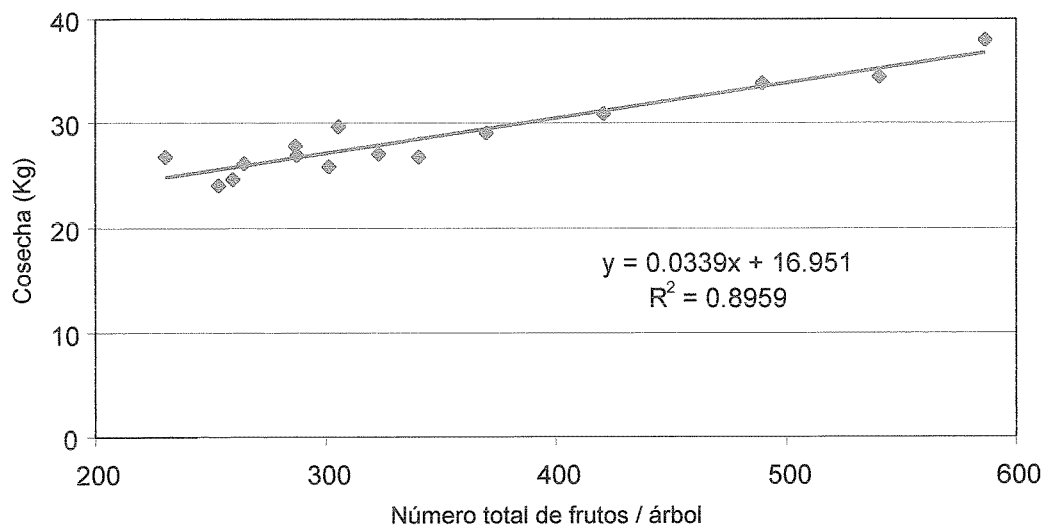
En el análisis de regresión se observa la disminución ( $P \leq 0.001$ ) del peso medio del fruto al aumentar el número de frutos obtenidos por árbol (Gráfica 18), por tanto en los árboles en los que realizamos aclareo, al disminuir el número total de frutos se obtiene un incremento del peso medio del fruto de un 28 % respecto al control en los frutos de los

árboles sometidos a un aclareo medio y de un 41 % en los árboles sometidos a un aclareo fuerte.



Gráfica 18. – Relación entre el peso medio del fruto (g) y el número total de frutos producidos en árboles de la variedad “Super Crimson” según la intensidad de aclareo.

La productividad del árbol, expresada tanto como Kg / cm<sup>2</sup> como número de frutos / cm<sup>2</sup>, disminuye progresivamente al aumentar la intensidad del aclareo, del mismo modo la producción del árbol (Kg) también disminuye ( $P \leq 0.001$ ) como consecuencia de la disminución del número total de frutos obtenidos en cada árbol (Gráfica 19).



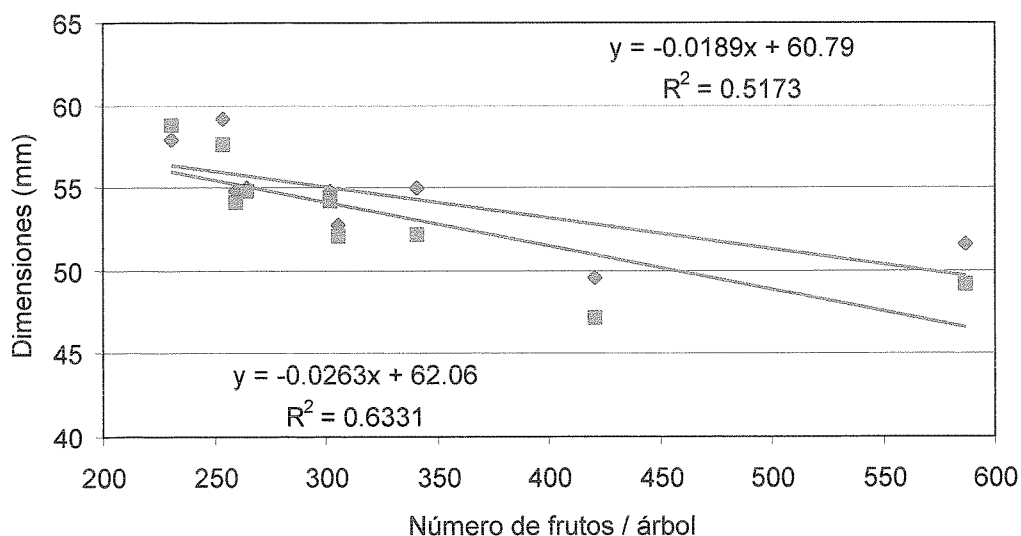
Gráfica 19. – Relación entre la cosecha obtenida (Kg) y el número total de frutos producidos por árbol según los distintos niveles de aclareo.

## 5. - EFECTO SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO

Se observó un adelanto de la maduración de los frutos en los árboles con menor carga de cosecha. Para evaluar la calidad de los frutos se miden los siguientes parámetros: altura, calibre, sólidos solubles, firmeza y pH.

### 5.1. – EFECTO SOBRE EL TAMAÑO DEL FRUTO

El tamaño de los frutos obtenidos de los árboles control es menor que los frutos de los árboles sometidos a aclareo manual, sin embargo, entre estos últimos no se observan importantes diferencias. En el análisis de regresión se observa una disminución del tamaño del fruto ( $P \leq 0.05$ ), tanto en altura como en calibre, al ir aumentando el número total de frutos obtenidos por árbol (Gráfica 20), dicha tendencia es mayor en el caso del calibre.

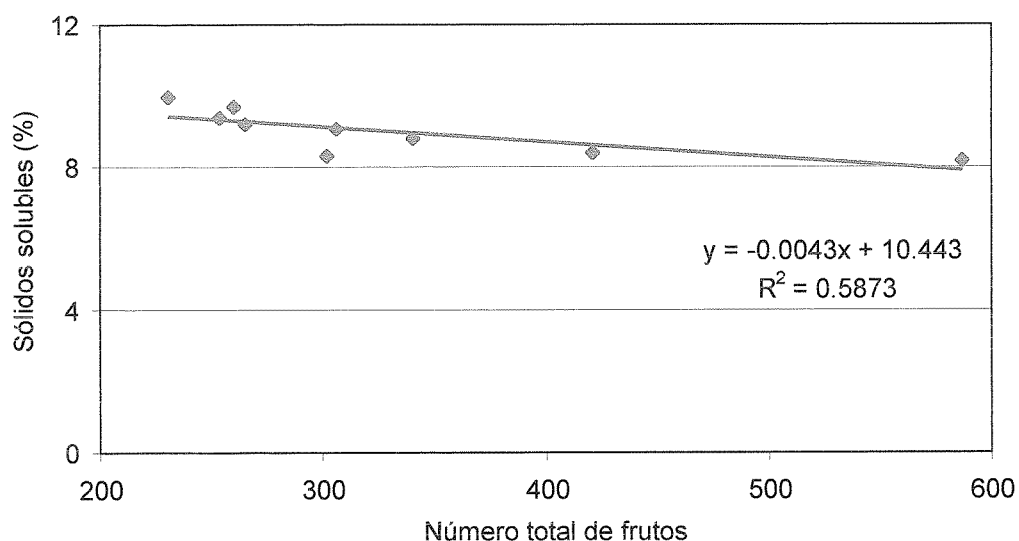


Gráfica 20. - Relación existente entre el calibre (■) y la altura (◆) del fruto y el número total de frutos obtenidos por árbol.

## 5.2. – EFECTO SOBRE LA CANTIDAD DE SÓLIDOS SOLUBLES

En las muestras de frutos tomadas en la fecha de la recolección el porcentaje de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas aumenta significativamente ( $P \leq 0.05$ ) al ir aumentando la intensidad del aclareo (Gráfica 21), es decir, al disminuir el número de frutos obtenidos por árbol, debido a un adelanto de la maduración de los frutos en los árboles que presentan una menor carga de cosecha.

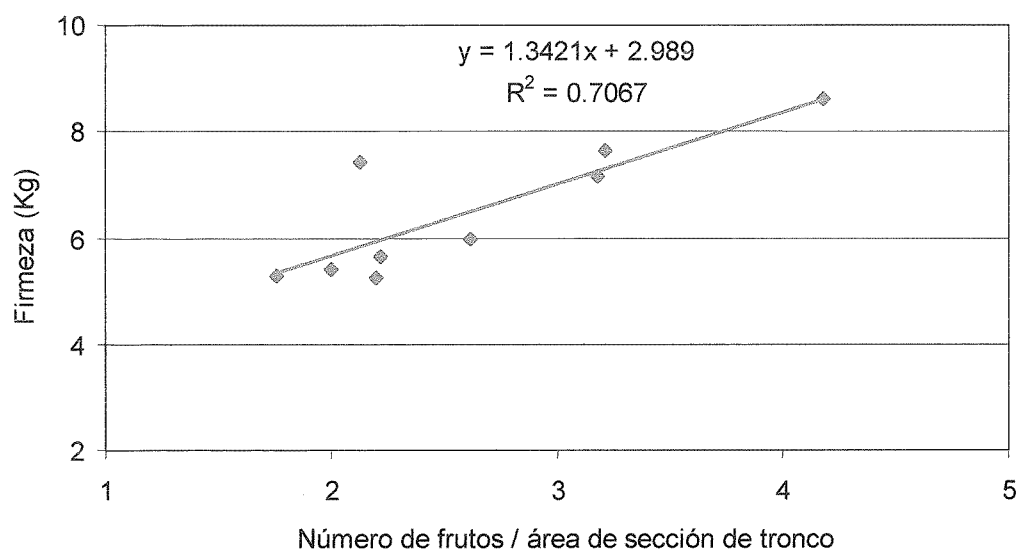




Gráfica 21. – Relación entre el porcentaje de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas y el número total de frutos producidos por árbol según la intensidad del aclareo.

### 5.3. – EFECTO SOBRE LA FIRMEZA DE LA PULPA

La firmeza de la pulpa, en la fecha de recolección, disminuye paulatinamente al aumentar la intensidad del aclareo, es decir, aumenta gradualmente ( $P \leq 0.01$ ) al ir aumentando la carga de cosecha, expresada como N° total de frutos / árbol, debido a que en los árboles con una menor producción se observa un adelanto en la maduración de los frutos (Gráfica 22).

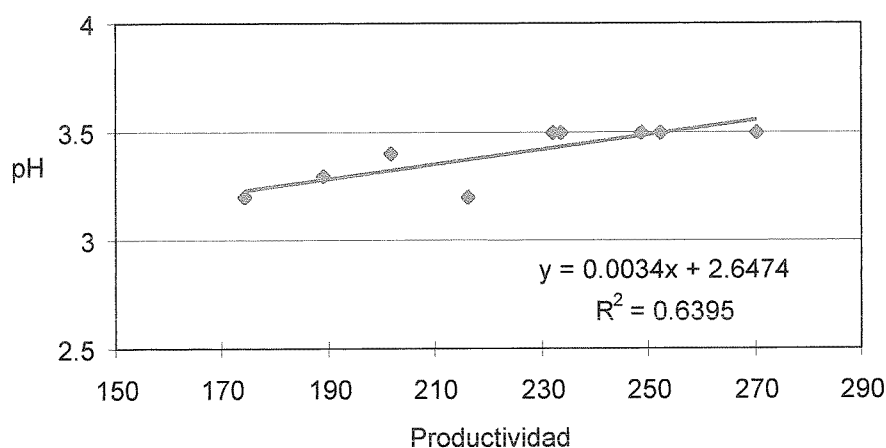


Gráfica 22. – Relación entre la firmeza de la pulpa (Kg) en la fecha de recolección y la productividad (Nº frutos / área de sección de tronco).

#### 5.4. – EFECTO SOBRE EL pH

El pH del zumo de las nectarinas disminuye ligeramente al aumentar la intensidad del aclareo.

En el análisis de regresión se observó un incremento del pH ( $P \leq 0.01$ ) del zumo obtenido de las nectarinas al ir aumentando paulatinamente la productividad, expresada en  $g / cm^2$  (Gráfica 23).



Gráfica 23. – Relación entre el pH del zumo de las nectarinas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) del árbol según la intensidad de aclareo.

## 6. – EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO

### 6.1. – CRECIMIENTO DEL TRONCO

La carga de cosecha no afectó al crecimiento del tronco a lo largo del año. El incremento del área de la sección de tronco, expresado en %, no muestra diferencias significativas entre los distintos niveles de aclareo (Tabla 20).

Tabla 20. – Incremento del área de la sección de tronco (%) en los árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintos niveles de aclareo.

	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Incremento de la sección de tronco (%)	8.8	9.3	8.1

6.2. – EFECTOS SOBRE LAS HOJAS

Los parámetros evaluados para valorar el efecto de la carga de cosecha sobre el desarrollo de las hojas (área, longitud, anchura media y máxima, espesor y peso específico) no presentan diferencias significativas entre los distintos niveles de aclareo (Tabla 21).

Tabla 21. – Valores medios de espesor, área, longitud, anchura media y anchura máxima de las hojas en los árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintas intensidades de aclareo.

	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Área (cm <sup>2</sup> )	46.40	45.43	47.20
Longitud (cm)	15.28	14.88	15.38
Anchura media (cm)	3.01	3.03	3.04
Anchura máxima (cm)	4.46	4.45	4.49
Espesor (mm)	0.16	0.17	0.17
Peso específico (g/cm <sup>2</sup> )	0.011	0.012	0.010

6.3. – EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS BROTES

El crecimiento medio durante 1999 de los brotes mixtos no se ve modificado por la carga de cosecha del árbol, ya que no existen diferencias significativas entre los árboles sometidos a distintos niveles de aclareo (Tabla 22).

Tabla 22. – Crecimiento medio de los ramos mixtos (cm) de los árboles en relación a los distintos niveles de aclareo.

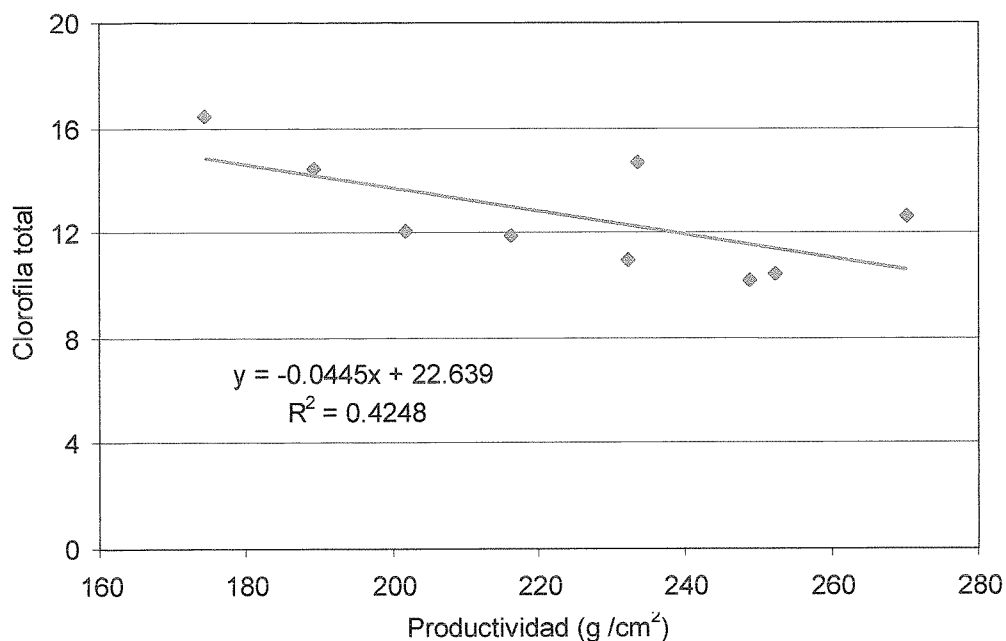
	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Longitud (cm)	77.1	81.8	71.0

## 7. – EFECTOS SOBRE LA NUTRICIÓN

### 7.1. – EVALUACIÓN DE LAS CLOROFILAS POR SPAD

La concentración de clorofila presente en las hojas ( $\text{nmol} / \text{cm}^2$ ) se calcula mediante una curva de calibrado, sustituyendo los datos obtenidos con SPAD en la fórmula de dicha curva.

La cantidad de clorofila total, obtenida a partir de los datos obtenidos con SPAD en julio de 1999, presente en las hojas disminuye progresivamente ( $P = 0.06$ ) al aumentar la productividad del árbol (Gráfica 24).



Gráfica 24. – Relación entre la concentración de clorofila presente en las hojas (nmol / cm<sup>2</sup>) y la productividad del árbol (g / cm<sup>2</sup>).

## 7.2. – EFECTOS SOBRE LA NUTRICIÓN MINERAL EN LAS HOJAS

Una vez realizados los análisis químicos para conocer la concentración de los distintos elementos en las hojas, en el análisis de varianza se observa una disminución ( $P \leq 0.05$ ) de la concentración de fósforo al disminuir la carga del árbol, aparecen diferencias significativas entre los árboles sometidos a un aclareo fuerte y los demás (Tabla 23). Los demás macroelementos no presentan diferencias significativas entre los distintos niveles de aclareo.

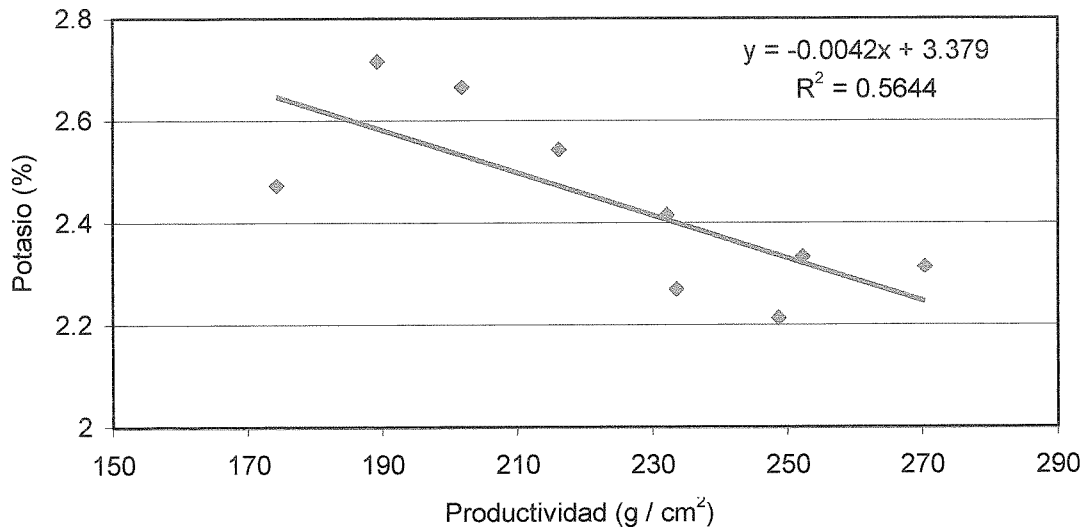
## RESULTADOS

Tabla 23. – Concentración de macroelementos (%) presentes en las hojas de árboles de la variedad “Super Crimson” en relación a la intensidad de aclareo.

	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Nitrógeno	3.133 a	3.117 a	3.090 a
Fósforo	0.210 a	0.208 a	0.195 b
Calcio	1.789 a	1.621 a	1.536 a
Magnesio	0.807 a	0.816 a	0.805 a
Potasio	2.307 a	2.533 a	2.477 a

Dentro de cada fila los valores seguidos de igual letra no difieren significativamente al nivel  $P \leq 0.05$ .

Analizando por regresión los datos respecto a la productividad ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) se aprecia una disminución significativa ( $P \leq 0.05$ ) de la concentración de potasio (Gráfica 25) en las hojas al aumentar la productividad del árbol, mientras que no se ha encontrado ninguna relación con los demás macroelementos analizados.



Gráfica 25. – Relación entre la concentración de potasio presente en las hojas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) en árboles de la variedad “Super Crimson” sometidos a distintos niveles de aclareo.

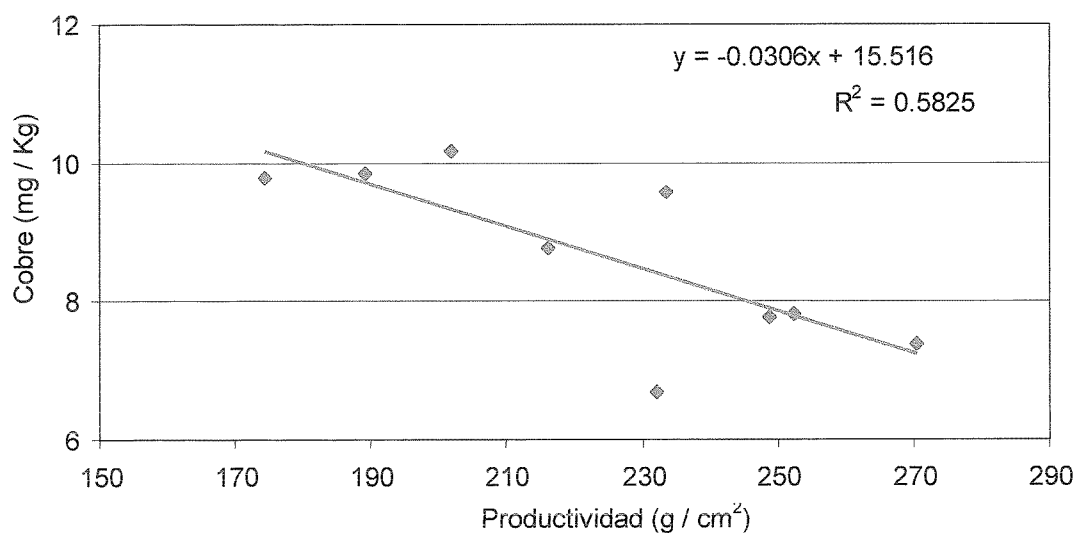
La concentración de los microelementos analizados en las hojas no muestra diferencias significativas entre los distintos niveles de aclareo según el análisis de varianza (Tabla 24). Sin embargo, al analizar los datos por regresión encontramos una disminución significativa ( $P \leq 0.05$ ) de la concentración de cobre al aumentar la productividad de los árboles (g / cm<sup>2</sup>) (Gráfica 26). Los demás elementos analizados no muestran relación con dicha productividad.



## RESULTADOS

Tabla 24. – Concentración de micronutrientes (mg / Kg) en las hojas en relación a los niveles de aclareo.

	Niveles de aclareo		
	Control	Aclareo medio	Aclareo fuerte
Hierro	101.909	78.908	96.868
Manganeso	40.907	43.436	44.265
Cobre	8.264	9.268	8.416
Cinc	15.733	16.411	16.087



Gráfica 26. – Relación entre la concentración de cobre (mg / Kg) presente en las hojas y la productividad (g / cm<sup>2</sup>) de los árboles según el nivel de aclareo.

## DISCUSIÓN



### DISCUSIÓN

La demanda de fruta de alta calidad hace necesaria la aplicación de determinadas técnicas en su producción, sobre todo en aquellas especies que producen frutos de gran tamaño como es el caso del melocotonero. Entre las distintas prácticas culturales orientadas a obtener frutos de calidad óptima, juega un papel muy importante el aclareo de frutos que consiste en reducir el número total de frutos en el árbol con la finalidad de conseguir un aumento del tamaño de aquellos frutos que permanecen en el árbol hasta completar su desarrollo.

Esta operación de aclareo se ha venido realizando generalmente de forma manual, lo que la ha convertido en una de las operaciones más costosas dentro de la producción frutícola, por lo que en las últimas décadas se han buscado otras alternativas, tanto químicas como mecánicas, para reducir los costes.

Concretamente en el melocotonero los resultados de la aplicación de productos químicos aclarantes de flores o frutos han sido hasta ahora muy variables, por lo que se han buscado nuevas alternativas como reducir la iniciación floral mediante la aplicación de giberelinas, es decir, disminuir la densidad de flores en los brotes y como consecuencia obtener una carga de cosecha adecuada para obtener fruta de alta calidad.

El ensayo 1 está orientado a evaluar la capacidad de GA<sub>3</sub> para regular el número de yemas de flor en árboles de la variedad de nectarina “Super Crimson”. La aplicación en julio de 1998 de distintas concentraciones de GA<sub>3</sub> redujo, al año siguiente, el número de flores por centímetro de longitud del brote (Gráfica 6). Esta disminución de la densidad de flores se produce gradualmente al ir aumentando la dosis de GA<sub>3</sub> aplicada, siendo esta tendencia mayor en los ramos mixtos, en los que se consiguió una disminución del 70% respecto al control con la dosis máxima, que en los ramilletes de mayo en los que se obtuvo una reducción del 24 % con la misma dosis. Taylor y Geisler - Taylor (1998) observaron que las yemas de flor de los brotes cortos eran menos sensibles a la aplicación de GA<sub>3</sub> que las yemas de los brotes largos en la variedad “Redhaven” mientras en la variedad “Cresthaven” el aclareo fue similar en brotes largos y cortos. Además, aunque la densidad de flores disminuye de forma gradual al incremento de la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada, la supervivencia de las yemas frente a las bajas temperaturas es mayor en los árboles tratados que en los árboles control. Southwick *et al.* (1995) consiguieron reducir el número de flores por centímetro de longitud de brote en la variedad de albaricoque “Patterson” aplicando 50 y 100 mg / l de GA<sub>3</sub> en julio del año anterior. El tratamiento no afectó al porcentaje de cuajado. También se observó un importante retraso en la fecha de floración. Un segundo ensayo realizado con la misma variedad de albaricoque (Southwick *et al.* 1997) reflejó una disminución del número total de frutos del 35% y del 55% en los árboles tratados con 100 y 50 mg / l respectivamente. En otro ensayo publicado en 1995 también consiguió una reducción de la floración en el melocotonero “Loadel” sin afectar al cuajado. Según Southwick (1997) el largo periodo de iniciación floral ofrece una flexibilidad

potencial en el aclareo de yemas, que de otra manera debería realizarse en floración, pues el periodo de sensibilidad frente al GA para inhibir la inducción floral abarca unas 7 semanas. Brown *et al.* (1968), aplicando dosis de 50 y 100 mg / l de GA<sub>3</sub> en cinco variedades de melocotón, obtuvieron una reducción del número de flores: en la variedad "Palora" se obtuvieron los mejores resultados ya que con una concentración de 50 mg / l se consiguió reducir el número de flores en un 45 %, mientras en las variedades "Peak" y "Halford" con la misma concentración se consiguió un aclareo moderado, al igual que en las variedades "Fortuna" y "Loadel" con la dosis de 100 mg / l. También se observó un retraso de la floración que aumentaba gradualmente al ir aumentando la concentración de ácido giberélico aplicada. Corgan y Widmoyer (1971) observaron en la variedad de melocotón "Redhaven" que el número de yemas en los brotes de árboles tratados con 250 mg / l de GA presentaban una disminución del número de flores de un 66% respecto al control.

En este experimento se ha observado que el cuajado en los ramos mixtos (Gráfica 7) de los árboles tratados con ácido giberélico fue ligeramente superior a los no tratados, variando en los árboles tratados con GA<sub>3</sub> entre el 62 y el 67 % mientras que los no tratados presentan un índice del 48 %. Sin embargo el porcentaje de cuajado en los ramilletes de mayo (Gráfica 8) no se vio modificado. También Edgerton (1966) observó, en dos variedades de melocotonero, un aumento del cuajado el año siguiente a la aplicación de KGA (Giberelato de potasio), así como una importante reducción del número de flores por centímetro de longitud de brote, mayor del 75%, por lo que no fue necesario un aclareo extra a mano.

Los efectos de GA<sub>3</sub> sobre la fecha y la densidad de floración dependen también del momento de aplicación del tratamiento. Li (1989), citado por Southwick (1995), publicó que la reducción del nº de yemas de flor debido a la aplicación de GA<sub>3</sub> es efectiva si el tratamiento se realiza coincidiendo con la iniciación floral, pero no es efectiva o es poco efectiva si se aplica durante la diferenciación. Taylor y Geisler- Taylor (1998) observaron que bajas concentraciones de GA<sub>3</sub> (50 mg / l) aplicadas en mayo provocaron una mayor disminución de yemas de flor en brotes cortos que los tratamientos de junio, al contrario que en los brotes largos. Byers *et al.* (1990) sugirieron que una aplicación temprana de GA<sub>3</sub> puede ser empleada para hacer un aclareo selectivo en brotes cortos en variedades en las que los frutos son de pequeño tamaño como “Cresthaven”. Hull y Lewis (1959) aplicaron giberelina en 1957 a ramas de melocotoneros de la variedad “Redhaven” 3 semanas y media después de plena floración y de la variedad “Halehaven” 2 meses y medio después de plena floración dio lugar a una total ausencia de flores en 1958.

En este ensayo se pudo apreciar un ligero retraso en la floración de los árboles tratados con las dosis más altas de GA<sub>3</sub> (200 y 300 mg / l): mientras los árboles no tratados se encontraban en plena floración las yemas de los árboles tratados con las concentraciones más elevadas estaban en el estado de botón verde o de botón rosa. Brian *et al.* (1959) citados por Anderson (1993) obtuvieron un importante retraso en la floración aplicando GA<sub>3</sub> (50 mg / l) en otoño lo que estimuló a otros investigadores a estudiar los efectos del ácido giberélico para retrasar la floración como un sistema de protección frente a las heladas. Gianfagna *et al.* (1986) consiguieron retrasar la senescencia y abscisión de las hojas aplicando GA<sub>3</sub> en octubre pero no retrasaron la floración al año siguiente; sin embargo, Williams (1989) aplicando 200 mg / l de GA<sub>3</sub> a mediados de octubre, antes de la caída de

la hoja, consiguió un retraso de la floración en melocotoneros “Wimblo” de 3 – 5 días, aunque los mejores resultados se obtuvieron con una mezcla de 100 mg / l de GA<sub>3</sub> y 100 mg / l de ethephon con un retraso de 7 – 13 días. Utilizando esta combinación de giberelina y ethephon Webster (1985), citado por Rieger (1989), también consiguió retrasar la floración de la variedad de ciruela “Victoria” dos semanas, mezcla que se emplea como un “sistema de seguridad” para evitar la fitotoxicidad provocada por la aplicación de dosis altas de ethephon en melocotón y nectarina.

En la recolección, Southwick *et al.* (95) observaron que la producción total no disminuye en los árboles tratados con 50 y 75 mg / l de GA aplicados a mediados de junio y a principios de julio en la variedad de melocotón “Loadel” en California. El tamaño de la fruta en los árboles tratados con dichas dosis no difiere de la fruta producida por los árboles aclarados a mano. Este incremento de la cosecha el año siguiente al tratamiento, sobre los árboles aclarados a mano es similar a los resultados obtenidos por este investigador en albaricoque, así como el adelanto de la maduración de los frutos obtenidos de árboles con menor carga de cosecha según Chadler (1925), citado por Southwick. Boyhan *et al.* (1992) debido a la aplicación de GA<sub>3</sub> en la variedad de ciruela “AU -Rubrum” hicieron disminuir la cosecha en un 34%, pero se produjo un aumento del tamaño del fruto paralelo al incremento de la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada. Según Byers *et al.* (90) el incremento de la concentración de GA<sub>3</sub> aplicado 36 y 47 días después de plena floración disminuye linealmente el número de yemas de flor por centímetro de longitud de brote, y como consecuencia se reduce la carga de cosecha del árbol y aumenta el peso medio del fruto, además según dichos autores los árboles tratados con GA<sub>3</sub> muestran una distribución

diferente de las yemas de flor, dando lugar a un mayor número de frutos en la mitad distal de los brotes, tanto en los ramos mixtos como en los ramilletes de mayo. También observaron que el diámetro de los frutos en los brotes largos fue mayor que el de los frutos recogidos en los brotes cortos, en todos los tratamientos, del mismo modo que los frutos de la mitad distal del brote eran de mayor tamaño. En nuestro caso, en el ensayo 1 apreciamos una disminución de la producción conforme aumentaba la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada al árbol (Tabla 9), así los árboles tratados con la dosis máxima de giberelina la producción media fue del 37 % respecto al control, mientras que si nos referimos al número total de frutos obtenidos la producción en estos árboles es un 26% respecto al control, rendimiento que es similar al de los árboles aclarados a mano en el mismo ensayo. Como consecuencia de esta disminución de la producción tiene lugar un incremento del peso medio del fruto de un 37 % respecto a los frutos obtenidos en los árboles control (Tabla 9). El tamaño de los frutos obtenidos con dicha dosis de GA<sub>3</sub> es similar al de los frutos obtenidos de los árboles aclarados a mano en ese mismo ensayo. En el ensayo 2 también se produce una disminución de la producción al disminuir el número total de frutos acompañada de un incremento del peso medio del fruto (Tabla 19). Comparando los dos ensayos observamos como tanto la producción como el peso medio del fruto de los árboles tratados con 200 mg / l es similar a la obtenida con árboles de aclareo medio del ensayo 2, tanto la producción en los árboles tratados con 300 mg / l como la de los árboles de aclareo manual en el ensayo 1 presenta una importante reducción respecto al control, ya que es incluso inferior a la de los árboles sometidos a un aclareo fuerte en el ensayo 2; por tanto se produjo un sobre - aclareo que no se ve compensado con el incremento del peso medio del fruto.



La información sobre los efectos que las distintas fechas de aclareo y la carga de cosecha provocan sobre otros parámetros, tales como la fecha de maduración, producción, crecimiento vegetativo del árbol, etc. es fundamental para interpretar los resultados obtenidos del aclareo químico, los ensayos realizados por Havis (1962) muestran como el aclareo temprano da lugar a un adelanto en la maduración de los frutos, los frutos de los árboles aclarados en flor maduraron 5 días antes que los aclarados 12 semanas después de plena floración, además los frutos de los árboles aclarados en flor eran de mayor tamaño que los frutos obtenidos en árboles aclarados entre 4 y 12 semanas después de plena floración, como consecuencia del aumento del peso del fruto, a igualdad de número de frutos por árbol, la cosecha fue mayor en los árboles aclarados en flor. Myers (1993) aplicando monocarbamida dihidrógenosulfato (D-88) en distintas concentraciones durante la floración redujo el cuajado del melocotón “Wimblo” y la nectarina “Fantasía” en relación a la dosis de D-88 utilizada, aumentando el tamaño medio de los frutos sin reducir la cosecha. También Blanco *et al.* (1995) observaron una disminución del peso medio del fruto en la variedad de melocotón “Catherine” al aumentar la productividad del árbol (número de frutos / área de sección de tronco), así como un incremento de la cosecha. Según Byers y Lyons (1985), citado por Byers y Marini (1994), el aclareo en flor disminuye la competición por el agua y los nutrientes entre frutos incrementando la cosecha y el tamaño de los frutos entre un 20 y un 30 % comparado con los árboles aclarados a mano 40 – 50 días después de plena floración. Según Byers y Marini se produce un mayor crecimiento vegetativo del árbol cuando se realiza el aclareo en floración que si lo realizamos 38 días después de plena floración. En el ensayo 2 se observa una disminución del peso de la cosecha, así como del número total de frutos por árbol

obtenidos, en los árboles sometidos a aclareo respecto a los árboles control (Tabla 19). Aunque el número de frutos obtenido en los árboles de aclareo fuerte es menor que el número obtenido en los árboles de aclareo medio el peso de la cosecha es un 5% superior en los primeros, como consecuencia de una menor competición por los nutrientes entre frutos. En ambos casos, tanto en el caso de árboles sometidos a aclareo medio como los árboles sometidos a aclareo fuerte, se obtiene un incremento del peso medio del fruto, 28 % y 41 % respectivamente, sobre el control. Este incremento del tamaño en el ensayo 2 da lugar a la obtención de frutos de alta calidad comercial que se corresponden con los obtenidos en el otro ensayo para concentraciones de 200 mg / l de GA<sub>3</sub>.

En dos ensayos de aclareo químico realizados por Southwick sobre la variedad de melocotón "Loadel", uno empleando ácido giberélico para inhibir la inducción floral (Southwick *et al.* 1995) y otro empleando un mojante (Armothin) para realizar un aclareo de flores (Southwick *et al.* 1996), se observó como el tamaño del fruto de los árboles aclarados químicamente no difiere del tamaño obtenido de los árboles aclarados a mano. También en ensayos realizados con ethephon, aplicado al principio del endurecimiento del hueso, en la variedad de nectarina "Crimson Gold" y la variedad de melocotonero "Redhaven" ha tenido lugar un incremento del peso medio del fruto en respuesta a una menor presencia de frutos en el árbol, así como un adelanto en la maduración (Blanco, 1987). En nuestro caso tiene lugar un incremento de tamaño de los frutos al disminuir la carga de cosecha de los árboles en ambos ensayos, pero, mientras en el ensayo 2 se observa un mayor incremento del calibre respecto a la altura (Gráfica 20), en el ensayo 1 la altura muestra una mayor tendencia a aumentar cuanto mayor es la concentración de GA<sub>3</sub>

aplicada, provocando un ligero alargamiento de los frutos (Gráfica 14); También Westwood (1982) observó un ligero alargamiento de las manzanas “Delicious” al tratar los árboles con GA<sub>4-7</sub> durante la caída de pétalos.

Southwick *et al.* (1995) obtuvo en árboles de la variedad “Patterson” (*Prunus armeniaca*) tratados en julio con distintas dosis de GA<sub>3</sub> (50 y 100 mg / l) cosechas similares a los árboles aclarados a mano siendo el tamaño medio del fruto mayor en los árboles tratados con ácido giberélico. Además observó un incremento de la firmeza de los frutos de los árboles tratados en pre-recolección con GA<sub>3</sub>, así como un aumento de la firmeza al año siguiente (1994) en función de la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada en 1993; esta característica es favorable para mejorar el almacenaje y disminuir el número de frutos dañados o la podredumbre. En otro artículo publicado por el mismo investigador en 1997 aplicando 50 y 100 mg / l en albaricoqueros de la misma variedad, consigue una cosecha similar a la producida por árboles aclarados a mano aunque en este caso no se ve afectada la fecha de maduración, la firmeza de la pulpa aumenta significativamente en los frutos obtenidos de árboles tratados en pre-recolección con 100 mg / l de GA<sub>3</sub>. Proebsting *et al.* (1973) demostraron que la aplicación de GA<sub>3</sub> en cerezos de la variedad “Rainier” antes de la recolección incrementa la firmeza de los frutos. Por el contrario, Boyhan *et al.* (1992) encontraron un incremento lineal (7 %) de la concentración de sólidos solubles en la variedad de ciruela “AU – Rubrum” al ir aumentando la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada; sin embargo, los tratamientos no afectaron a la firmeza de la pulpa. En nuestro caso, en el ensayo 1 observamos un aumento progresivo del porcentaje de sólidos solubles presentes en el zumo de las nectarinas “Super Crimson” al ir aumentando la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada al árbol el año anterior (Gráfica 15). Del mismo modo aumenta al incrementarse el

peso medio del fruto (Gráfica 16), y en el ensayo 2 también tiene lugar un incremento de la concentración de sólidos solubles al disminuir la producción del árbol (Gráfica 21), lo que puede ser debido a un adelanto en la maduración de los frutos de aquellos árboles que presentan una menor carga y por tanto un mayor tamaño de fruto. La firmeza de la pulpa al año siguiente no varía significativamente al incrementarse la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada. Sin embargo los frutos de los árboles aclarados a mano muestran una menor firmeza de la pulpa (Tabla 10), y en el ensayo 2 observamos como la firmeza del fruto disminuye gradualmente al aumentar la intensidad de aclareo (Gráfica 22). Además el pH no se ve modificado como consecuencia de la aplicación de ácido giberélico en el ensayo 1, y sin embargo en el ensayo 2 dicho parámetro aumenta cuanto mayor es la productividad de los árboles (Gráfica 23). Estos parámetros fueron medidos al año siguiente de la aplicación puesto que se realizó en post-recolección, lo que presenta la ventaja de que no quedan residuos del tratamiento en los frutos que se destinan a consumo en fresco.

Brown (1968) observó como después de la aplicación el mes de julio de ácido giberélico se estimula el crecimiento vegetativo durante los meses de agosto y septiembre en 3 de las 5 variedades de melocotón estudiadas. Árboles jóvenes y vigorosos siempre responden con un crecimiento rápido durante varias semanas después de la aplicación de 200 mg / l de ácido giberélico. En árboles poco vigorosos se obtiene un ligero crecimiento al aplicar 200 mg / l, pero no se obtiene respuesta con dosis inferiores, mientras que los árboles vigorosos responden a dosis de 50 mg / l según Corgan y Widmoyer (1971). En el presente trabajo también se encontró, el año en que se aplicó el tratamiento, un ligero incremento del crecimiento del tronco desde la aplicación de GA<sub>3</sub> hasta el reposo invernal, al ir

aumentando la concentración utilizada (Gráfica 17), que sin embargo no afectó al crecimiento vegetativo del año siguiente (Tabla 11). En el ensayo 2 no aparecen diferencias en el crecimiento vegetativo del árbol como consecuencia de una menor presencia de frutos (Tabla 20). La longitud de los brotes y el área foliar no presentan variaciones entre los distintos tratamientos en ninguno de los dos ensayos, contrariamente a los resultados obtenidos por Blanco *et al.* (1995) en los que observaron en la variedad de melocotón “Catherine” como tanto la longitud de brotes como el peso fresco y peso seco de los mismos disminuye al aumentar la productividad del árbol. Aunque DeJong *et al.* (1987) afirman que en las variedades tempranas el máximo crecimiento del fruto coincide con el máximo crecimiento de los brotes, por lo que la carga de cosecha influye directamente sobre el crecimiento de los brotes y de los frutos, en el caso de la variedad “Super Crimson” ambas fases no parecen coincidir debido a que el crecimiento máximo de los frutos es anterior al crecimiento máximo de los brotes, y por tanto la competición por el agua y los nutrientes es menor en la variedad “Super Crimson” que en otras variedades tempranas. Byers (1990) publicó que la longitud total de los brotes en los árboles de la variedad “Redhaven” (*Prunus Persica*) aclarados en flor con ATS (Tiosulfato de amonio) aumentó (53%) en relación a los árboles aclarados a mano 44 días después de floración.

En los experimentos realizados por Vitagliano y Testolin (1986) los resultados muestran que la caída de la fruta tiene lugar en un periodo en que los brotes y los frutos alcanzan valores altos de GA. El GA<sub>3</sub> aplicado durante la caída del pétalo estimula el crecimiento del brote. Los frutos reaccionan a esta competición con una reducción de su ritmo de crecimiento y no con un incremento de la caída de frutos. En contraposición a los resultados obtenidos en este ensayo, según distintos autores Byers y Lyons (1985) y Tukey



y Einset (1939), citados por Myers (1993) el aclareo incrementa, al año siguiente, el crecimiento de los brotes, y además esta tendencia a aumentar el crecimiento de los brotes disminuye al retrasarse la fecha de aclareo. Southwick (1995) notó una tendencia a aumentar el crecimiento vegetativo del árbol en la variedad de melocotón "Loadel" como consecuencia de disminuir el número de frutos con los tratamientos de GA<sub>3</sub> del 15 de junio, Palmer *et al.* (1991), citados por el anterior autor, obtuvieron los mismos resultados en manzano.

La producción depende de diversos factores como luz, CO<sub>2</sub>, agua y elementos minerales, si estos parámetros aumentan se reflejará en un aumento de la producción, siempre que no se supere un máximo. Los datos de la concentración de los distintos nutrientes obtenidos de los análisis realizados en hojas en el ensayo 1 (Tablas 15 y 16) y en el ensayo 2 (Tablas 23 y 24) así como en frutos (Tablas 17 y 18) entran dentro del rango de valores normales (Marschner, 1986 y Panine, 1984), excepto en el caso del calcio en el que los valores son ligeramente inferiores y el magnesio que, por el contrario, muestra valores ligeramente superiores, aunque los árboles no presentan síntomas de carencias ni de fitotoxicidad.

La demanda de fotosintatos por parte de los frutos es mayor cuanto mayor es la carga de cosecha, lo que provoca una amplia apertura de los estomas, así como un incremento de la transpiración y de la actividad fotosintética con un consiguiente aumento de la concentración de clorofila. Sin embargo, cuando esta demanda disminuye después de la recolección, los azúcares y el almidón se acumulan en las hojas y se reduce la fotosíntesis (Hall y Milthrope, 1978 y Claussen y Lenz, 1979, citados por Marschner, 1986). En el ensayo 2 se ha encontrado, en observaciones realizadas 3 semanas después de la recolección, una disminución de la concentración de la clorofila en las hojas conforme

aumenta la productividad del árbol (Gráfica 24), esta reducción de la clorofila puede ser debida a un mayor desgaste del aparato fotosintético, como consecuencia de una mayor demanda de fotosintatos por parte de los frutos.

**CONCLUSIÓN**



### CONCLUSIÓN

La inhibición de la inducción floral en la nectarina “Super Crimson” como consecuencia de los tratamientos realizados con GA<sub>3</sub> ha dado lugar a una disminución de la floración el año siguiente a su aplicación, principalmente en los ramos mixtos, con la consiguiente reducción de la carga de cosecha en el árbol, obteniéndose frutos de alta calidad comercial. También se han obtenido frutos de buena calidad con niveles de aclareo, equivalentes a una producción en la recolección de 250 – 300 frutos por árbol: frutos cuyo peso oscila entre 90 y 100 gramos. En el ensayo 1 en los árboles de aclareo manual y los tratados con la dosis máxima (300 mg /l) se ha producido un sobre - aclareo, por lo que esta concentración se considera excesiva. Mientras, en los árboles tratados con 200 mg / l se han obtenido producciones y calibres de fruto similares a los obtenidos en los árboles del ensayo 2 realizando el aclareo manual, habiéndose conseguido realizar un aclareo adecuado de frutos sin necesidad de efectuar un repaso a mano. Estos resultados ponen en evidencia la eficacia de la aplicación de 200 mg / l de GA<sub>3</sub> durante la segunda quincena de julio para reducir la densidad de floración al año siguiente y de esta forma obtener una cosecha de buena calidad.

En el ensayo 1 se ha observado un retraso en la floración en los árboles tratados con giberelina que puede ser de interés en las zonas con problemas de heladas primaverales. A su vez, la disminución de la carga de cosecha, provocada por la aplicación de GA<sub>3</sub> en el ensayo 1, conlleva cierto adelanto de la maduración de forma que en igual fecha de recolección el contenido de sólidos solubles de los frutos era equiparable al de los

## CONCLUSIÓN

---

aclarados manualmente lo que se confirma en el ensayo 2, en el que el aclareo da lugar a un adelanto de la maduración de los frutos.

El crecimiento vegetativo de los árboles se vio modificado el mismo año de la aplicación de GA<sub>3</sub>, con un mayor incremento del área de sección de tronco gradual al incremento de la dosis aplicada. Sin embargo, el año siguiente no se observan diferencias en el crecimiento vegetativo, ni como consecuencia de la aplicación de GA<sub>3</sub> en el año anterior, ni como consecuencia de las distintas cargas de cosecha provocadas por el aclareo, bien sea químico o manual.

No se han observado efectos secundarios negativos como consecuencia de la aplicación de GA<sub>3</sub>.

## BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. L. y Seeley, S. D. (1993). Bloom delay in deciduous fruits. *Horticultural Reviews* 15: 97 – 144.
- Baldini, E. (1991). *Arboricultura general*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Pp 379.
- Blanco, A. (1987). Efecto del ethephon sobre la caída y maduración del fruto en melocotonero y nectarina. *ITEA n° 73*: 3 – 14.
- Blanco, A., Pequerul, A., Val, J., Monge, E. y Gomez Aparisi, J. (1995). Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in “Catherine” peach. *Journal of Horticultural Science* 70 (4): 623 – 629.
- Boyhan, G. E., Norton, J. D., Abraham, B. R. y Pitts, J.A. (1992). GA<sub>3</sub> and thinning affect fruit quality and yield of “AU - Rubrum” plum. *HortScience* 27 (9): 1045.
- Brown, L. C., Crane, J. C. y Beutel, J. A. (1968). Gibberellic Acid Reduces Cling Peach Flower Buds. *California Agriculturae*, 22 (3): 7 - 8.
- Byers, R.E., Carbaugh, D.H. y Presley, C. N. (1990). The influence of bloom thinning and GA<sub>3</sub> sprays on flower bud number and distribution in peach trees. *Journal of Horticultural Science* 65: 143 –150.
- Byers, R. E. y Marini (1994). Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. *HortScience* 29 (3): 146 –148.
- Corgan, J. N. y Widmoyer, F. B. (1971). The effects of gibberellic acid on flower differentiation, date of bloom and cold hardiness of peach. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 96: 54 – 57.

Edgerton, L. J. (1966). Some effects of gibberellin and growth retardants on bud development and cold hardiness of peach. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 88: 197 – 203.

Fideghelli, C. (1987). *El melocotonero*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Pp 243.

Gianfagna, T. J., Marini, R. y Rachmiel, S. (1986) Effect of ethephon and GA<sub>3</sub> on time of flowering in peach. *HortScience* 21 (1): 69 – 70.

Gil – Albert Velarde, (1997). *Tratado de arboricultura frutal*. Volumen V. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Pp 191 – 205.

Havis, A. L. (1962). Effects of time of fruit thinning of Redhaven peach. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 80: 172 – 176.

Hedden, P. y Hoad, G. V. (1994). Growth regulators and crop productivity. En 'Mechanisms of Plant Growth and Improved Productivity' (Basra, A. S., ed.). Marcel Dekker, Inc. Nueva York. Pp 173 – 198.

Hull, J. y Lewis, L. N. (1960): Response of one year old cherry and mature bearing cherry, peach and apple trees to gibberellin. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 74:93 – 100.

Looney, N. E. (1983). Growth Regulator use in the production of *Prunus* species fruits. In "Plant Growth regulating chemicals" (L.G. Nickell, ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA. Pp 27 – 40.

Marschner, H. (1986). *Mineral nutrition in higher plants*. Academic Press. Londres. Pp 674.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, (1997). *Anuario de Estadística*.

- Myers, S. C., King, A. y Savelle, A. T. (1993): Bloom thinning of “Wimblo” peach and “Fantasia” nectarine with monocarbamide Dihydrogensulfate. *HortScience* 28 (6): 616 – 617.
- Ortiz Cañavate, J. (1995). Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas En ‘Las máquinas agrícolas y su aplicación’. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Pp 372 – 377.
- Panine, M. (1984). Peaches En ‘Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops’ (Martin-Prével, P., Gagnard, J. y Gautier, P. ed.). Lavoisier Publishing, Inc. Nueva York. Pp 249 – 262.
- Rieger, M. (1989). Freeze protection for horticultural crops. *Horticultural Reviews* 11: 45 –109.
- Southwick, S. M., Weis, K. G., Yeager, J. T. y Zhou, H. (1995). Controlling cropping in “Loadel” cling peach using gibberellin: Effects on flower density, fruit distribution, fruit firmness, fruit thinning and yield. *Journal of American Society of Horticultural Science* 120, (6): 1087 – 1095.
- Southwick, S. M., Yeager, J. T. y Zhou, H. (1995). Flowering and fruiting in “Paterson” apricot (*Prunus armeniaca*) in response to postharvest application of gibberellic acid. *Scientia Horticulturae* 60: 267 – 277.
- Southwick, S. M., Weis, K. G. y Yeager, J. T. (1996). Bloom thinning “Loadel” cling peach with a surfactant. *Journal of American Society of Horticultural Science* 121, (2): 334 - 338.
- Southwick, S. M., Yeager, J. T. Y Weis, K. G. (1997). Use of gibberellins on “Patterson” apricot (*Prunus armeniaca*) to reduce hand thinning and improve fruit size

and firmness: Effects over three seasons. *Journal of Horticultural Science* 72 (4): 645 – 652.

Taylor, B. H. y Geisler- Taylor , D. (1998). Flower bud thinning and winter survival of “Redhaven” and “Cresthaven” peach in response to GA<sub>3</sub> sprays. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123: 500 – 508.

Vieitez, E. (1984). Introducción a los reguladores de crecimiento. Ponencia I. ITEA Volumen Extra N° 3: 11-25.

Vitagliano, C. y Testolin, R. (1986). Allometric relationship in fruit and shoot growth as affected by GA<sub>3</sub> and ethrel treatments in peach (*Persica Vulgaris* Mill.) *Acta horticulturae* 179 (1): 237 – 244.

Westwood, N. H. (1982) Reguladores de crecimiento en ‘Fruticultura de zonas templadas’. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Pp 312 – 328.

Williams, K. M. (1989): Peach bloom delay using fall applications of ethrel and progibb. *Acta horticulturae* 254: 151 –154.

Young, E, y Edgerton, L. J. (1979) Effects of etephon and gibberellic acid on thinning peaches. *HortScience*, 14:713 – 714.