

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**PODA EN NARANJA VALENCIA LATE EN CONDICIONES
DE RIEGO Y SECANO**

por

José MARQUEZ RODRIGUEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación: Producción Vegetal
Intensiva)

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1999**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Alvaro Otero

Ing. Agr. Luis Bisio

Ing. Agr. Beatriz Vignale

Fecha:

Autor:

José MARQUEZ RODRIGUEZ

AGRADECIMIENTOS

En esta oportunidad quiero agradecer muy especialmente al técnico de INIA Salto Grande y director de dicha Tesis, Ing. Agr. Alvaro Otero por su orientación y dedicación brindada, tanto en la ejecución como elaboración de este trabajo. También hago presente y extensivo a la laboratorista Sra. Myriam Spina, así como a los funcionarios Sres. Miguel Albín, Wilson Cardozo, Fernando Jorge, Anibal Hernández y a todo el personal de la sección Citrus. Quiero hacer llegar además este agradecimiento al Ing. Agr. Luis Montanari e Ing. Agr. Gustavo Vargas por su invaluable aporte en las mediciones de campo y laboratorio.

Quiero agradecer la colaboración y conducción ofrecida por las siguientes personas: Ing. Agr. Luis Bisio, Ing. Agr. Beatriz Vignale e Ing. Agr. Carmen Goñi.

Agradezco también la valiosa ayuda y atención prestada por la profesora de inglés Any Barreto, por la enseñanza de dicho idioma.

Además agradezco el continuo apoyo y atención brindada por mi familia y novia, durante el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	IV
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 <u>INTRODUCCION</u>	2
2.2 <u>ALTERNANCIA</u>	2
2.2.1 <u>Definición y generalidades</u>	2
2.2.2 <u>Factores que determinan la alternancia</u>	3
2.2.2.1 <u>Balance de carbohidratos</u>	3
2.2.2.2 <u>Alteraciones metabólicas en la nutrición nitrogenada</u>	4
2.2.2.3 <u>Interacción hormonal y nutricional</u>	5
2.2.3 <u>Control de la alternancia</u>	5
2.2.3.1 <u>Aplicación de reguladores del crecimiento</u>	5
2.2.3.2 <u>Rayado e incisión anular de ramas</u>	6
2.2.3.3 <u>Epoca de recolección</u>	7
2.2.3.4 <u>Influencia de la poda</u>	7
2.2.3.5 <u>Influencia del portainjerto</u>	8
2.3 <u>TAMAÑO DEL FRUTO</u>	8
2.3.1 <u>Introducción</u>	8
2.3.2 <u>Factores que determinan y modifican el tamaño final del fruto</u>	9
2.3.2.1 <u>Factores endógenos</u>	9
A) <u>Factores genéticos</u>	9
B) <u>Posición del fruto en el brote</u>	10
C) <u>Competencia entre órganos en desarrollo</u>	10
1) <u>Influencia del número de flores</u>	11
2) <u>Influencia del número de frutos</u>	12
2.3.2.2 <u>Factores exógenos</u>	12
A) <u>Factores ambientales</u>	12
1) <u>Temperatura</u>	12
2) <u>Radiación solar</u>	12
3) <u>Pluviometría</u>	13
4) <u>Suelo</u>	13
B) <u>Prácticas culturales</u>	13
1) <u>Riego</u>	13
2) <u>Fertilización</u>	13
3) <u>Portainjerto</u>	13
4) <u>Raleo de frutos</u>	14
5) <u>Rayado de ramas</u>	14

6) Aplicación de fitoreguladores.....	15
7) Poda	15
2.4 PODA.....	16
2.4.1 <u>Definición y generalidades</u>	16
2.4.2 <u>Principios fundamentales de la poda</u>	17
2.4.3 <u>Características de las diferentes clases de poda</u>	19
2.4.3.1 Poda de formación.....	19
2.4.3.2 Poda de fructificación.....	20
a) Crecimiento natural de las plantas.....	20
b) Equilibrio carbono-nitrógeno y acumulación de reserva de la planta.....	21
c) Distribución de la savia.....	21
d) Vigor.....	21
e) Aireación e insolación.....	22
f) Relación entre el tamaño de las plantas y el área de producción de frutos....	23
2.4.3.3 Poda de mantenimiento.....	23
2.4.3.4 Poda de restauración o regeneración.....	24
2.4.3.5 Poda mecánica.....	25
a) Hedging.....	26
b) Topping.....	27
2.4.4 <u>Aspectos a tener en cuenta</u>	29
2.4.4.1 Epoca o momento de la poda.....	29
2.4.4.2 Intensidad de la poda.....	31
2.4.4.3 Frecuencia de la poda.....	32
2.4.5 <u>Poda según las diferentes especies y variedades</u>	33
2.4.5.1 Naranjas.....	34
a) Sanguíneas.....	34
b) Blancas.....	34
c) Navel.....	34
2.4.5.2 Mandarinas.....	35
a) Satsumas.....	35
b) Clementinas.....	35
c) Híbridas.....	36
1) Fortune.....	36
2) Ellendale.....	36
3) Nova o Clemenvilla.....	36
4) Ortanique.....	36
2.4.5.3 Limoneros.....	37
2.4.5.4 Pomelos.....	37
2.4.6 <u>Algunos otros efectos de la poda</u>	37
2.4.6.1 Luz y fotosíntesis.....	37
2.4.6.2 Sanidad y otras consideraciones.....	40
2.5 RIEGO.....	40
2.5.1 <u>Definición de riego</u>	40

2.5.2	<u>Objetivos del riego</u>	40
2.5.3	<u>Introducción</u>	41
2.5.4	<u>Generalidades de los cítricos</u>	41
2.5.5	<u>Influencia del riego en cítricos</u>	43
2.5.5.1	<u>Efecto del riego sobre el sistema radicular</u>	43
2.5.5.2	<u>Efecto del riego sobre el crecimiento vegetativo</u>	44
2.5.5.3	<u>Efecto del riego sobre la producción</u>	45
2.5.5.4	<u>Efecto del riego sobre las características externas</u>	48
2.5.5.5	<u>Efecto del riego sobre las características internas</u>	50
3.	<u>MATERIALES y METODOS</u>	52
3.1	<u>UBICACION DEL ENSAYO</u>	52
3.2	<u>MATERIAL VEGETAL y SUELOS</u>	52
3.3	<u>MANEJO DEL MONTE</u>	52
3.3.1	<u>Riego</u>	52
3.3.2	<u>Fertilización y manejo del suelo</u>	52
3.3.3	<u>Manejo sanitario</u>	53
3.4	<u>TRATAMIENTOS</u>	53
3.5	<u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	53
3.6	<u>TRABAJOS REALIZADOS</u>	53
3.6.1	<u>Mediciones de volumen de la copa del árbol</u>	54
3.6.2	<u>Seguimiento de las brotaciones</u>	54
3.6.3	<u>Evaluación de la penetración de la luz</u>	54
3.6.4	<u>Obtención del rendimiento y distribución de calibres</u>	55
3.6.5	<u>Análisis de calidad de fruta</u>	55
3.7	<u>ANALISIS ESTADISTICO</u>	56
4.	<u>RESULTADOS</u>	58
4.1	<u>VARIABLES DE RENDIMIENTO</u>	58
4.2	<u>VOLUMEN DEL ARBOL Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO</u>	65
4.3	<u>CRECIMIENTO VEGETATIVO</u>	74
4.4	<u>DISTRIBUCION DE CALIBRES</u>	77
4.4.1	<u>Distribución absoluta de calibres</u>	77
4.4.2	<u>Distribución relativa de calibres</u>	79
4.5	<u>VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCION DE LUZ</u>	83
4.6	<u>EFFECTOS EN LA CALIDAD DE FRUTA</u>	88
5.	<u>DISCUSION</u>	92
5.1	<u>VARIABLES DE RENDIMIENTO</u>	92
5.2	<u>VOLUMEN DEL ARBOL Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO</u>	93
5.3	<u>CRECIMIENTO VEGETATIVO</u>	95
5.4	<u>DISTRIBUCION DE CALIBRES</u>	95
5.4.1	<u>Distribución absoluta y relativa de calibres</u>	95

5.5 VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCION DE LUZ	96
5.6 EFECTOS EN LA CALIDAD DE LA FRUTA	97
6. <u>CONCLUSIONES</u>	98
7. <u>RESUMEN</u>	99
8. <u>SUMMARY</u>	100
9. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	101
ANEXO	108

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Análisis estadístico de las variables de rendimiento por planta y el peso promedio del fruto para los distintos tratamientos realizados.....	58
2. Análisis estadístico de las variables de volumen de la copa del árbol al inicio del ensayo (28/08/97) de naranja Valencia late.....	66
3. Análisis estadístico de las variables de volumen de la copa del árbol al final del ensayo (11/09/98) de naranja Valencia late.....	68
4. Análisis estadístico de las variables de rendimiento sobre el volumen total y efectivo de la copa para los factores riego y poda, así como para los distintos tratamientos.....	72
5. Longitud y número promedio de brotes de las brotaciones de primavera, verano y otoño, según los diferentes tratamientos.....	74
6. Resultados y análisis estadístico de la distribución absoluta de calibres en kilogramos de fruta, para los distintos tratamientos.....	78
7. Resultados y análisis estadístico de la distribución absoluta de calibres en número de fruta, para los distintos tratamientos.....	79
8. Resultados y análisis estadístico de la distribución relativa de calibres en kilogramos de fruta, para los diferentes tratamientos.....	80
9. Resultados y análisis estadístico de la distribución relativa de calibres en número de frutos, para los diferentes tratamientos.....	82
10. Distribución media de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 17/11/97.....	85
11. Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en porcentaje de la radiación incidente dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 17/11/97.....	86

12. Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 10/09/98.....	87
13. Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en porcentaje de la radiación incidente dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 10/09/98.....	88
14. Análisis estadístico de las variables de calidad de fruta según factores y los distintos sectores muestreados de la planta.....	89
15. Análisis estadístico de las variables de calidad de fruta según factores y los distintos sectores muestreados de la planta (continuación).	91

Figura N°

1. Kilogramos y número promedio de frutos por planta para los diferentes tratamientos.....	59
2. Relación entre los kilogramos de fruta por planta y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.....	60
3. Número promedio de frutos por planta y el peso promedio del fruto para los diferentes tratamientos.....	61
4. Relación entre el peso promedio del fruto y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.....	62
5. Relación entre el porcentaje en peso de fruta exportable por planta y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.....	63
6. Relación entre los kilogramos de fruta exportable por planta y el peso promedio del fruto en naranja Valencia late.....	64
7. Relación entre el porcentaje en peso de fruta exportable por planta y el peso promedio de la fruta en naranja Valencia late.....	65
8. Volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos al inicio del ensayo (28/08/97) en naranja Valencia late.....	67

9. Volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos al final del ensayo (11/09/98) en naranja Valencia late.....	69
10. Variación del volumen total oblado de la copa del árbol a lo largo del ensayo (agosto de 1997 y setiembre de 1998) para los diferentes tratamientos.....	70
11. Variación del volumen efectivo oblado de la copa del árbol a lo largo del ensayo (agosto de 1997 y setiembre de 1998) para los diferentes tratamientos.....	71
12. Relación entre los kilogramos promedio de fruta por planta sobre el volumen total y efectivo de la copa del árbol, para los diferentes tratamientos.....	73
13. Relación entre el número promedio de frutos por planta sobre el volumen total y efectivo de la copa del árbol, para los diferentes tratamientos.....	73
14. Longitud promedio de los brotes para las brotaciones de primavera, verano y otoño según los distintos tratamientos.....	75
15. Número de brotes promedio total por planta para las brotaciones de verano y otoño, según los diferentes tratamientos.....	76
16. Número de brotes promedio por m ² para las brotaciones de verano y otoño, según los diferentes tratamientos.....	77
17. Distribución relativa en kilogramos de fruta por categoría para los diferentes tratamientos.....	81
18. Distribución relativa en número de frutos por categoría para los diferentes tratamientos.....	83

1. INTRODUCCION

La superficie efectiva de cítricos en Uruguay es de 15.450 hectáreas, ocupando el norte del país el 85% de la superficie total. Las naranjas representan un 44% de la superficie citrícola total y dentro de éstas la variedad Valencia presenta un 59% aproximadamente de la superficie de aquellas. Nuestra citricultura tiene un área regada total de 5670 hectáreas, lo que corresponde a un 37% de la superficie total.

Mientras que la producción de fruta cítrica alcanzó en el año 1996 a 271.400 toneladas, de las cuales un 40% aproximadamente se destina a la exportación. Las naranjas representan un 52% de la producción total y dentro de ellas la variedad Valencia produce el 66%, seguido por la naranja Navel con un 27%.

Se requiere a escala nacional de 39.900 jornales zafrales para llevar a cabo la poda (C.H.N.P.C., Censo Nacional Citrícola, 1996).

La poda es una medida de manejo, la cual se realiza en muchos países productores de cítricos con el fin fundamental de controlar la alternancia y mejorar el tamaño de la fruta en determinadas variedades. Esto aumentaría el retorno u beneficio económico, al ser la producción más estable en el tiempo y además tener un menor porcentaje de descarte o fruta de bajo valor comercial.

En nuestras condiciones la naranja Valencia tiene dificultades para alcanzar un porcentaje de exportación bueno, por lo que se le realizan diferentes prácticas de manejo como ser el riego y la poda.

El presente trabajo tiene como objetivo: evaluar el efecto de la poda bajo condiciones de riego y secano, en el crecimiento vegetativo, la producción, los parámetros de calidad (externos como internos) y la distribución de la luz dentro de la planta.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 INTRODUCCION

Zaragoza, et al. (1997) menciona que, a la poda se le atribuye una gran importancia sobre la calidad de la fruta y especialmente sobre el tamaño. Además, se piensa que aquella también regula la producción, evitando fuertes alternancias. Sin embargo, el tamaño final del fruto y el rendimiento son afectados por muchos otros factores como: riego, fertilización, sanidad, pluviometría, etc. (Villalba, 1996), señala que la poda mejora la distribución y aprovechamiento de la savia, y además proporciona mayor aireación e iluminación al árbol.

Existen entre varios, dos factores de producción que influyen de forma considerable en el retorno económico de la plantación, ellos son la alternancia y el tamaño final del fruto. Este último, en las presentes circunstancias es el determinante de la calidad de la fruta (Zaragoza, et al, 1992). Agustí, y Almela, (1991) señalan que la poda es entre muchas prácticas de manejo, un método de control de la alternancia en cítricos. De la misma forma que el tamaño del fruto es afectado tanto por factores ambientales, genéticos y culturales (entre ellos el riego y la poda) Zaragoza, et al. (1992).

2.2 ALTERNANCIA

2.2.1 Definición y generalidades

La alternancia puede definirse como la variación entre ciclos de alta y baja producción (Ragone, 1996). La amplitud en el alcance de las fluctuaciones de los ciclos, son influenciadas por factores climáticos y por características genéticas de la variedad. Es un proceso complejo donde aún no se conocen con exactitud los mecanismos internos de control. La alternancia es común en la mayoría de las variedades de cítricos (Hield, y Hilgeman, 1969).

Monselise, et al. (1981); Agustí, y Almela, (1991) mencionan que los rendimientos irregulares no es el único problema, también sus frutos suelen tener menor valor comercial. En años de alta producción "on" se observa un elevado número de frutos de bajo calibre, en tanto, los años de escasa cosecha "off" sus frutos suelen ser muy grandes, de corteza gruesa y rugosa.

En muchas especies de árboles, aún las ramas individuales dentro del mismo árbol podrían mostrar una conducta alternante propia o autónoma (Couranjou, 1978,

citado por Monselise, et al., 1983). Esto sucede bastante frecuentemente con híbridos de *Citrus reticulata*, el cual tiene una fuerte tendencia a la alternancia.

2.2.2 Factores que determinan la alternancia

2.2.2.1 Balance de carbohidratos

Trabajos hechos con variedades típicamente alternantes (Wilking, Murcott) dieron resultados parecidos en cuanto al balance de carbohidratos. En la cosecha, la concentración de almidón en hojas y ramas de árboles “off” fue 4 veces mayor a la encontrada en iguales órganos de los árboles “on” (Goldschmidt, y Golomb, 1982).

La hipótesis que los bajos niveles de carbohidratos son los responsables de la carencia de floración en mandarina Wilking durante los años “off”, fue rechazada por Lewis, et al. (1964), citado por Goldschmidt, y Golomb, (1982).

Lewis, et al. (1964), citado por Hield, y Hilgeman, (1969) reportan que para mandarina Wilking, el nivel relativo de carbohidratos en las hojas fue estrechamente correlacionado con el ciclo de fructificación de los árboles, con un incremento en el nivel de carbohidratos precedente a un año de alta producción.

Según Monselise, et al (1981) la disminución de reservas de almidón en las raíces, es uno de los principales efectos de una cosecha abundante. Mientras que, después de un año de pobre cosecha las raíces acumulan reservas en cantidades elevadas.

La alternancia en muchos casos podría estar relacionada a un agotamiento de las reservas de carbohidratos y nutrientes minerales posterior a una sobrecarga de fruta durante el año “on” (Stewart, et al., 1968; Jones, et al., 1975, citados por Monselise, et al., 1983; Goldschmidt, y Golomb, 1982).

Según Goldschmidt, y Golomb, (1982), encontraron en árboles de mandarina Wilking que el estatus de años “off” y “on” fue reflejado fuertemente en las concentraciones de almidón en los órganos del árbol. El contenido de azúcar soluble fue afectado similarmente, pero en una menor extensión. Durante el año “off” los niveles de almidón fueron más altos en raíces que en hojas y ramas. Esta alta concentración de almidón en las raíces, sugiere una fuerte actividad de acumulación “fosa” en ausencia de fruta.

La relación off/on es mucho más baja para azúcares solubles que para el almidón. Desde esta misma relación podría ser estimado que el 75% aproximadamente del almidón y 33% del azúcar soluble son útiles para reutilización.

La remoción de toda la fruta desde árboles “on” en julio (HN) permitiría reacumular almidón antes de la diferenciación de yemas de flor.

Monselise, et al (1983) trabajando con mandarina Michal, encontró que las ramas “off” tuvieron entre un 63 y 66% más alto contenido de almidón en hojas y tallos respectivamente, que en las ramas “on”.

En el ciclo “on” las hojas de los árboles de mandarina tienen 2/3 del contenido de clorofila que hojas en el ciclo “off”. Con esto, puede ser calculado que hay una reducción del 18% en el azúcar soluble total y almidón por unidad de peso seco en árboles “on” cuando fueron comparados con árboles “off”. Esto indica, que el desarrollo de la fruta durante el año “on” es particularmente dependiente del almacenaje de carbohidratos y es común que los fotosintatos no sean suficientes para suministrar todos los asimilatos acumulados para el desarrollo de frutos (Goldschmidt, y Golomb, 1982).

Bennet, y Coggins, (1984) señalan que no encontraron diferencias significativas en la tasa fotosintética entre brotes del mismo tipo en árboles con ciclo “on” y “off”, aunque las hojas de árboles “off” tienden a tener tasas más altas de fotosíntesis que las hojas de árboles “on”.

Según Geiger, (1976) un número de reportes revela que el aumento de la demanda para exportar asimilados, trae como consecuencia, un incremento de la tasa de fotosíntesis neta. Sin embargo, una reducción de la demanda produce una disminución en la tasa de fotosíntesis neta, en algunos casos.

2.2.2.2 Alteraciones metabólicas en la nutrición nitrogenada

Monselise, et al. (1981) señala que el contenido en nitrógeno total es superior en árboles “off”, fundamentalmente en las raíces adultas que son probablemente funcionales como órganos de reserva de este elemento.

Las hojas de cítricos desde brotes fructíferos tienen típicamente niveles más bajos de nutrientes tales como N, P, K (Embleton, et al., 1963; Bark, et al., 1980; citados por Bennet, y Coggins, 1984) y Cu, Fe, Zn (Bradford, et al., 1963; Embleton, et al., 1963; citados por Bennet, y Coggins, 1984), que hojas desde brotes sin frutos. Árboles en ciclo “on” son típicamente más bajos en N y P que árboles en ciclo “off” (Jones, y Embleton, 1968, citados por Bennet, y Coggins, 1984).

Según Monselise, et al. (1983) en un ensayo sobre mandarina Michal, observó que el nivel de nutrientes (N, P, K y Na) fue más alto en hojas sobre ramas “off”; una similar relación existe en el tallo con el mayor número de nutrientes.

2.2.2.3 Interacción hormonal y nutricional

El raleo de frutos en sus primeras etapas de desarrollo, permite la reaccumulación de almidón en las hojas antes de la diferenciación floral (Goldschmidt, y Golomb, 1982), logrando así un incremento de la floración (Goldschmidt, et al., 1985; citados por Agustí, y Almela, 1991).

Agustí, et al. (1985), citado por Agustí, y Almela, (1991), señalan que producciones anteriores elevadas ejercen una reducción en la brotación que afecta a todo tipo de inflorescencias, siendo la disminución en el número de inflorescencias mixtas (flores y hojas) la causa de la baja cosecha, debido a que este tipo de brotes aportan más del 75% de los frutos.

Según Monselise, et al. (1983) en un ensayo sobre mandarina Michal, encontraron que las frutas de ramas "on" fueron levemente más pequeñas que en las ramas "off". La longitud promedio de los brotes de verano fueron 3,5 veces menores en las ramas "on" en comparación con las ramas "off".

En un experimento en mandarinas Wilking, se observó que las ramas que producen fruta durante el ciclo "off", producen una cosecha de fruta durante el siguiente ciclo "on" en una frecuencia de 82 %. Las ramas que no producen frutas durante el ciclo "on", no producen fruta durante el siguiente ciclo "off" en una frecuencia de 80 % (Hield, y Hilgeman, 1969).

Una relación inversa también ha sido reportada entre ciclos de producción y la tasa de crecimiento del tronco en naranja Valencia (Cameron, 1932; Hilgeman), citados por Hield, y Hilgeman, (1969).

2.2.3 Control de la alternancia

2.2.3.1 Aplicación de reguladores del crecimiento

Monselise, (1979) observando la respuesta errática propuso que los antagonistas de la síntesis de giberelinas, podrían ser eficientes únicamente antes de que éstas hayan sido producidas y no cuando están presentes en cantidades elevadas.

Según Moss, et al. (1977), trabajando sobre árboles de Valencia late con poca cosecha, observó que la aplicación de ácido giberélico durante el reposo vegetativo disminuyó la floración de la primavera siguiente en un 75%. Luego de dos ciclos continuos de aplicación, la alternancia se redujo considerablemente y en algún caso fue eliminada, siendo la cosecha media de los 4 años aumentada en un 10%.

El objetivo del raleo de frutos es aumentar el tamaño de los frutos remanentes y eliminar o suprimir la alternancia de producción (Ragone, 1996).

Iwahori, (1978), señala que en algunos cultivares de mandarinas la mejor forma de controlar la alternancia es el raleo de frutos, por medio de la aplicación de distintas sustancias químicas. La respuesta sobre la floración siguiente es máxima cuando el raleo

se realiza en los primeros estados de desarrollo del fruto (Monselise, et al., 1981; Goldschmidt, y Golomb, 1982). El efecto de estas sustancias depende de la variedad, pero es difícil afirmar que aquel se debe al principio activo propiamente, o a las condiciones climáticas que pueden estar variando el resultado de las aplicaciones de raleadores en iguales condiciones.

2.2.3.2 Rayado e incisión anular de ramas

Según González Sicilia, (1968); Agustí, y Almela, (1991); Villalba, (1996), el rayado es un corte único circular en la base de las ramas de diferentes edades como también en el tronco, que no se separa de la corteza y de aproximadamente 1-2mm de ancho. En tanto, que la incisión anular son dos cortes circulares que no afectan la corteza, de la cual se separa el anillo formado entre ambos cortes (González Sicilia, 1968; Rebour, 1969). El rayado e incisión anular bien realizados, son formas de provocar un obstáculo e interrumpir la circulación de la savia elaborada. Originando así, una acumulación de la misma por encima de la zona en donde se sitúa el obstáculo y una alteración en el contenido de distintas hormonas dentro de la planta; produciendo además un efecto favorable sobre el desarrollo de flores y frutos (González Sicilia, 1968 y Villalba, 1996).

La época de realizar el anillado influye críticamente en su eficacia y depende del objetivo perseguido:

a) si es aumentar la floración. Ensayos llevados a cabo en Satsumas y Salustianas por Agustí, et al. (1988), han demostrado que realizando el rayado a finales de junio y en agosto (HN), se aumenta el número total de flores en la primavera siguiente, reduciendo el efecto si el tratamiento se lleva a cabo en épocas anteriores o posteriores.

Según Villalba, (1996) el rayado en variedades que tienden a florecer pobremente luego de un año de cosecha abundante, produce un incremento de la floración hasta cierto nivel que asegura una buena cosecha, en naranja Salustiana esta práctica logra regular las cosechas.

b) si es aumentar el cuajado. Villalba, (1996), menciona que la época más adecuada para Clementinos, es aproximadamente después de 3 semanas que el 80% de las flores hayan perdido los pétalos. En variedades con semillas no hay problema de cuajado. En tanto sí lo hay, en variedades sin semillas donde la floración suele ser suficiente para garantizar una cosecha normal. La dificultad aquí es causada por la caída de flores antes de abrirse o después (caída de junio), de forma que el número de frutos cosechados es una proporción muy inferior al número de flores formadas. Diferentes estudios practicando el rayado para mejorar el cuajado en Naranja dulce, mandarinos e híbridos, han sido exitosos por lo cual se ha puesto de manifiesto que puede estimular el cuajado de frutos. Estos resultados pueden explicarse por las variaciones en la cantidad de minerales, azúcares y giberelinas que se producen por encima de la zona del rayado, al cortar el transporte hacia las raíces.

c) si es aumentar el tamaño. La época donde se obtiene la mejor respuesta para las siguientes variedades estudiadas: Navelate, Satsuma, Nova y Fortune, es al final de la caída fisiológica de frutos (Agustí, et al., 1989; Agustí, et al., 1990a; Agustí, y Almela, 1991; Villalba, 1996).

2.2.3.3 Época de recolección

En un trabajo sobre Valencia late se observa que un adelanto sistemático de dos meses en la recolección de la cosecha, disminuye sensiblemente la incidencia de la alternancia. Se han registrado diferencias del 25%, entre dos cosechas consecutivas en comparación con un 70% cuando la recolección se retrasa (Moss, et al., 1977). Si bien este efecto es favorable, la recolección depende de los requerimientos del mercado que son dispares a la obtención de dicho resultado (Agustí, y Almela, 1991).

2.2.3.4 Influencia de la poda

La poda como forma de control de la alternancia en los cítricos ha sido empleada en pomelo (Fucik, 1977, citado por Agustí, y Almela, 1991) y naranjo dulce (Moss, et al., 1977). La respuesta varía según el momento y la intensidad de la misma (Agustí y Almela, 1991).

Miozzo, et al. (1992) en un ensayo con árboles de mandarina Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore), observaron que el raleo manual y la poda interrumpen la alternancia. Dando más estabilidad en la producción de frutos con mayor valor comercial.

Según Villalba, (1996), las plantas que crecen sin poda pueden dar lugar a cosechas abundantes seguidas por otras de baja producción. Lo cual sucede por el exagerado consumo de savia (fotosintatos, nutrientes y agua) de los frutos en años de altas cosechas, en detrimento de la nutrición de las yemas sobre las cuales se apoyaría la producción del año siguiente. La poda intenta eliminar aquellas ramas que no producen, con lo cual la savia que no reciben ellas se distribuye entre los frutos y yemas que van a asegurar la cosecha del año siguiente.

Por otro lado, Moore, citado por Hield, y Hilgeman, (1969), señala que la poda origina pocos frutos pero grandes, no reduciendo el rendimiento y no influenciando en el ciclo de producción.

En árboles propensos a la vecería (tal es el caso del mandarino común), se debe podar energicamente con anticipación a la cosecha que se espera abundante (Villalba, 1996), complementando esta operación con el raleo de frutos (González Sicilia, 1968). En tanto, la poda será mucho más suave en años que se espera una baja cosecha.

Juscafresa, (1967); González Sicilia, (1968); Rebour, (1969); Agustí y Almela, (1991), mencionan que la poda periódica debe reemplazarse por una poda anual, con el fin de evitar las grandes diferencias de producción. Esto hace que el esfuerzo sea más regular, aumentando la productividad acumulada en los años, ya que de esta forma podrá realizarlo durante más tiempo, o dicho de otra forma alarga la vida económica de la plantación.

Trabajando en árboles de mandarina Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore) de 7 años de edad, encontraron que la poda y el raleo suprimían la alternancia. La intensidad de la poda influyó en la duración de la alternancia (Panzenhagen, et al., 1992).

2.2.3.5 Influencia del portainjerto

Según El-Zeftawi y Thornton, (1975) citados por Agustí y Almela (1991), es conocida la influencia del portainjerto sobre la alternancia.

Moss, et al. (1977) trabajando con los portainjertos más utilizados en España, señalan que éstos no tendrían un papel decisivo sobre la alternancia, sino que solamente en ciertas condiciones, se nota una leve tendencia superior de los Citranges (Troyer y Carrizo) a la misma.

Así, la información disponible sugiere que una mayor intensidad del ciclo alternante ocurre en portainjertos que producen árboles vigorosos (Hield y Hilgeman, 1969).

2.3 TAMAÑO DEL FRUTO

2.3.1 Introducción

El término “calidad de fruta” en cítricos es un concepto subjetivo dependiendo de la demanda del mercado, e implica numerosas características tales como tamaño, color, sabor, olor, facilidad de pelado, contenido de semillas, etc. Pero sin duda en las presentes circunstancias, el diámetro de fruta es el factor crucial para determinar la calidad, por lo tanto, el “adecuado tamaño” mejora significativamente la calidad y consecuentemente pueden ser alcanzados precios superiores en el mercado (Zaragoza, et al., 1992). Factores ambientales, culturales y genéticos tienen incidencia en el tamaño del fruto, y entre los segundos las condiciones de nutrientes, riego, anillado, poda, control de la floración, reguladores del crecimiento, raleo químico y manual pueden influir en el tamaño final del fruto, bajo condiciones adecuadas. Sin embargo, los resultados obtenidos no siempre cubren nuestras expectativas, sin dudas porque hay muchos factores, algunas veces incontrolables o desconocidos, que pueden influir en el tamaño comercial del fruto (Zaragoza, et al., 1992).

Según González Sicilia (1968) el estudio del desarrollo del fruto se divide en tres fases: 1) desde antesis hasta el final de la caída fisiológica (fase de cuajado); 2) inicio de la maduración; 3) madurez del fruto y senescencia.

Guardiola, et al. (1982), admiten que el tamaño final del fruto viene establecido desde el cuajado, y aún antes, tanto en naranjas como en mandarinas.

La aptitud del fruto por crecer y la del árbol por nutrirlo, determinan conjuntamente su tamaño final. La primera, se convierte en el principal determinante del tamaño final del fruto después de la caída fisiológica, y ya no la competencia entre órganos (Agustí, 1993).

Gifford y Evans (1981); Ho, (1988); citados por Ho, (1992), se refieren a que puede ser logrado un incremento en el rendimiento, manipulando la fuerza fosa del fruto. Cuando la tasa fotosintética potencial es mayor que la demanda potencial de la fosa, el crecimiento del fruto podría aumentar la tasa actual de fotosíntesis (Hansen, 1969), no obstante, este no es siempre el caso (Roper, et al., 1988), citados por Ho, (1992).

2.3.2 Factores que determinan y modifican el tamaño final del fruto

El tamaño final del fruto está regulado por una cantidad de factores de características e influencia variables. La imposibilidad de su determinación global y su interrelación dificultan su estudio, obteniéndose de esa forma, solamente un conocimiento parcial de alguno de ellos (Agustí, et al., 1995).

2.3.2.1 Factores endógenos. Varios factores internos de la planta afectan el tamaño final del fruto, entre ellos deben destacarse los siguientes:

A) Factores genéticos. Estos determinan el tamaño del fruto típico de cada especie. En cítricos, aquel puede oscilar entre rangos bastante amplios para la misma variedad. Mientras que los árboles jóvenes originan frutos de mayor tamaño, con corteza más gruesa y basta (Agustí, et al., 1995).

El tamaño final del fruto en los cítricos, ha sido estrechamente correlacionado con la presencia de semillas por la síntesis hormonal, e incrementando de esta forma la capacidad sumidero del fruto en crecimiento. Sin embargo, cuestionando la importancia de las semillas en el proceso Turnbull, (1989), citado por Agustí, (1993), demostró la existencia de frutos de igual tamaño con y sin semillas, en árboles de naranjo dulce Valencia. Así, las semillas no podrían ser los únicos lugares de síntesis hormonal en los frutos.

Según Monselise, (1977), citado por Agustí, (1993) en las variedades partenocárpicas, los tejidos de la corteza del fruto se consideran como los sustitutos de las semillas para efectuar dicho control.

B) Posición del fruto en el brote

Según Lenz (1966), citado por Villalba (1996); Moss, et al. (1972); Agustí y Almela, (1984), citados por Agustí, et al. (1991) han comprobado que la presencia de brotes con hojas, aumenta el cuajado de flores y la velocidad de crecimiento del fruto, en comparación con los situados en brotes sin hojas.

González Sicilia, (1968) señala que el tamaño de los frutos en una rama, está estrechamente relacionado con el tamaño y número de hojas de la misma. Menciona también que en California, en condiciones medias, hay aproximadamente 45 hojas por fruto en naranja W. Navel, 50 hojas por fruto en naranja Valencia y 20 hojas por fruto en limonero.

El tamaño del área foliar fotosintéticamente activa proporcionada al fruto individual, es un factor principal en la determinación del tamaño final del fruto (Fishler, et al., 1983). Los mismos autores en un ensayo sobre árboles de pomelo, observaron el efecto del área foliar por fruta en el tamaño del fruto. La fruta interna sobre ramas sombreadas requiere mayor área foliar y tienen un menor incremento de volumen (64 a 80% del aumento de la fruta externa) para el mismo valor de área foliar por fruta. Esta última afecta de forma evidente la tasa de crecimiento del fruto, y su efecto se nota inmediatamente después del anillado y permanece durante toda la etapa de crecimiento. Se observa una reducción gradual de la tasa de crecimiento diaria desde junio a setiembre (HN), para valores de área foliar por fruto debajo de 2m², mientras con valores mayores de ésta la tasa es más bien constante. La acumulación de almidón en hojas no es afectada por el incremento del área foliar por fruto (sin embargo, en las ramas hay una fuerte influencia del área foliar) y hay una correlación no significativa entre estas dos variables.

Las diferencias en el tamaño final del fruto se establecen en etapas muy tempranas del desarrollo del ovario, éstas son consecuencias del mayor contenido hormonal de los ovarios ubicados en brotes con hojas, tanto en giberelinas (Goldschmidt y Monselise, 1972), como en citoquininas (Saidha, et al., 1985), citados ambos por Agustí, et al. (1995).

C) Competencia entre órganos en desarrollo

Ho, (1992) menciona que el fruto es una fosa más fuerte que los órganos vegetativos y florales, en cuanto al consumo de los asimilados. La competencia por éstos se da entre frutas adyacentes. La disponibilidad de carbohidratos, afecta solamente el grado de competencia pero no la prioridad de la misma, la cual es determinada por la relativa fuerza fosa de los órganos que compiten.

Según Bollard, (1970) citado por Ho, (1992), señala que ha sido repetidamente comprobado que el desarrollo del fruto puede traer asimilados posiblemente de cualquier lugar a expensas del crecimiento vegetativo. Y que una vez comenzado el crecimiento

del fruto, tanto la dirección y la vía de transporte de asimilados cambia a favor del mismo (Ho y Hewitt, 1986), citado por Ho, (1992).

Krajewski, (1996), cita que mucha energía (vigor) es usada para producir fruta y que la misma tiende a limitar el tamaño del árbol.

Cuanto mayor es el número de órganos en crecimiento, sean flores o frutos, mayor será la competencia entre ellos. Lo que limitará sus posibilidades de crecimiento, y por ende, su tamaño final (Agustí, et al., 1995).

La caída de frutos no es al azar y existe un valor umbral en el tamaño del fruto, alcanzado el mismo éste no cae (Agustí, et al. 1982, citado por Agustí, 1993). Es importante lograr también dicho valor antes del inicio de la brotación de verano, ya que el fruto compite con ésta y cae (Agustí, 1993).

1) Influencia del número de flores

Guardiola, et al. (1982); Almela, et al. (1983) y Guardiola, (1988), citados ambos por Agustí, et al. (1995); Agustí y Almela, (1991) señalan que, el número de flores formadas por el árbol es de suma importancia en la determinación del tamaño final del fruto, habiéndose hallado generalmente relaciones más estrechas entre ambas variables, que entre el número de frutos y su tamaño. En tanto, esta mayor influencia del número de flores marca que la determinación del tamaño final del fruto queda fijada, como fue mencionada anteriormente, durante las fases iniciales de su crecimiento (Praloran, et al., 1981 y 1982), citados por Agustí, et al. (1995). El mismo autor señala, que una vez finalizada la caída de junio, la competencia entre frutos en desarrollo tiene poca relevancia en su crecimiento.

La disminución de la floración, cuando ésta se da en niveles altos tiene una relación con el tamaño del fruto, esta reducción ofrece una vía indirecta para sin afectar la cosecha, incrementar el tamaño del fruto. Puede obtenerse una disminución de la floración realizándose aplicaciones en otoño (máxima respuesta entre mediados de noviembre y principios de diciembre, HN.) de ácido giberélico y/o ácido 2,4-D (Guardiola, et al., 1977), o de ácido giberélico aplicado al comienzo de la brotación (Guardiola, et al., 1980), citados ambos por Agustí, et al. (1995). Este último señala que, estos tratamientos provocan el incremento del tamaño del fruto al reducir la competencia en las primeras etapas de su crecimiento. Existe también un efecto adicional, ya que la reducción de la floración no afecta del mismo modo a todos los tipos de brotes, produciendo una redistribución de la brotación e incrementando el porcentaje de flores situadas en brotes con hojas.

Según Guardiola, et al. (1982) en el momento de la antesis, los ovarios originados en plantas con abundante floración son de menor tamaño que los procedentes de plantas con menor nivel de floración. Inclusive, estos últimos tienen una mayor velocidad de desarrollo (García, et al., 1988, citado por Agustí, et al., 1995), debido a

que el crecimiento del fruto desde el final de la caída de junio (HN) es el resultado del incremento del tamaño de las células y no de su número, estos frutos están en condiciones más favorables para obtener tamaños superiores (Agustí, et al., 1995).

2) Influencia del número de frutos

Los dos parámetros fundamentales en la determinación de la cosecha son el número total de frutos por árbol y su peso individual. La cosecha y el tamaño del fruto se encuentran relacionados de forma diferente con el número de frutos recolectados por árbol (Goldschmidt y Monselise, 1977, citados por Agustí, et al., 1995; Guardiola, et al. 1982). En cuanto al peso total de la cosecha por árbol está positiva y linealmente correlacionada con el número de frutos por árbol, esto fue observado en todas las variedades estudiadas (Guardiola, et al., 1982); (Almela, et al., 1983; Guardiola, 1987 y 1988, citados por Agustí, et al., 1995). Mientras que, una relación inversa entre el número de frutos por árbol y el tamaño del fruto es bien establecido en diferentes árboles frutales (Jones, 1932; Forshey y Elfving, 1977), incluyendo cítricos (Hilgeman, et al., 1959; Galliani, et al., 1975; Jahn, 1981), citados todos ellos por Fishler, et al. (1983). La reducción en el número de frutas tiene que ser sustancial, de cualquier modo, para incrementar el tamaño del fruto.

Según Agustí y Almela, (1991); Agustí, et al. (1995), el tamaño final que logran los frutos no debe explicarse solamente como resultado de una relación de competencia entre frutos en crecimiento.

2.3.2.2 Factores exógenos

A) Factores ambientales

1) Temperatura

Sinclair (1984), citado por Agustí, et al. (1995), señala que la acumulación de asimilados en el fruto y en consecuencia su crecimiento, está directamente asociado a la temperatura. Además, menciona que en circunstancias de alta luminosidad y temperaturas medias más altas durante el final de la primavera y el verano, brindan condiciones propicias para incrementar la actividad fotosintética y por tanto, para que se de una mayor acumulación de carbohidratos solubles en el fruto.

2) Radiación solar

El rendimiento se reduce en proporción al grado de sombra (Cockshull, 1988), citado por Ho, (1992).

En el interior de la copa de árboles de pomelo, la intensidad de la luz no excede usualmente el 2% de toda la luz solar (Monselise, 1951 citado por Fishler, et al., 1983), lo cual explica la reducción observada en el crecimiento de los frutos sombreados. Esto

también puede incrementar el área foliar requerida para maximizar el tamaño del fruto y acentuar el hecho que el área foliar por fruto es verdaderamente limitante en el crecimiento del fruto.

3) Pluviometría

Según González Sicilia, (1968), las lluvias otoñales de los meses de octubre y noviembre (H.N.), aumentan el tamaño final de los frutos como también su contenido en jugo. Mientras que, déficit hídricos durante la fase de brotación, floración, cuajado y desarrollo del fruto pueden producir retrasos irrecuperables en la determinación del tamaño final del fruto (Erickson y Richards, 1955), citados por Agustí, et al. (1995).

4) Suelo

La textura del suelo es un factor que influye en la determinación de la calidad de los frutos cítricos (González Sicilia, 1968).

Agustí, et al. (1995), menciona que en los suelos arenosos se alcanza mayor tamaño del fruto, mientras tanto su corteza es fina y delgada, su pulpa más jugosa. En tanto que, el zumo es menos denso a causa de la menor cantidad de sólidos solubles, sin embargo, en suelos arcillosos se dan las situaciones contrarias.

B) Prácticas culturales

1) Riego

Puffer (1949), citado por Agustí, et al. (1995), en un ensayo sobre naranja Valencia concluyó que el abastecimiento de agua en cantidades insuficientes produce la disminución del tamaño de los frutos.

2) Fertilización

Según Rivero, (1968); Embleton, et al. (1973); Primo-Millo y Legaz, (1983a), (1983b); Legaz y Primo-Millo, (1988), citados por Agustí, et al. (1995), señalan que la insuficiencia de nutrientes minerales cambia el desarrollo de las plantas en un sentido amplio, pudiendo ser afectado el crecimiento del fruto. La importancia sobre el tamaño y la calidad del fruto de estas deficiencias es muy amplia, y varía marcadamente según el elemento mineral del que se trate, como también de la época en que se hace evidente.

3) Portainjerto

Muchos trabajos han probado la influencia del portainjerto tanto en la producción, como en la calidad del fruto de la variedad injertada (Forner, 1984, citado por Agustí, et al., 1995).

4) Raleo de frutos

El raleo de frutos, es una de las técnicas más utilizadas para incrementar el tamaño del fruto en diversas especies. El mismo puede ser químico o manual, es selectivo ya que involucra a los frutos más pequeños de la planta y de ser manual, también aquellos que muestren mermas en su calidad por situaciones o causas diferentes al tamaño (Agustí, et al., 1995).

Agustí y Almela, (1984); Almela, (1990), citados por Agustí, et al. (1995); Guardiola, et al. (1982) citan que en el caso del raleo manual, para aumentar el tamaño final del fruto deben eliminarse 2/3 de los frutos existentes en el árbol, lo cual induce un marcado descenso de la cosecha, debido a que la relación existente entre ésta y el número de frutos es lineal y muy estrecha.

Según Zaragoza, et al. (1992) en un trabajo sobre mandarina Satsuma Clausellina, con dos intensidades de raleo realizadas en cuatro periodos, observó que el raleo más severo en diferentes etapas de desarrollo del fruto (cuajado de frutos, después de caída de junio y setiembre; HN), produce frutas con mayor tamaño. El incremento en el diámetro del fruto respecto al control oscila entre los 2,5 a 3,0 mm. Los mejores tratamientos (raleo severo, tanto en el cuajado de frutos como después de la caída de junio) producen una más alta proporción de fruta con diámetros más grandes, si los comparamos con la fruta del control.

5) Rayado de ramas

Agustí, et al. (1995) y Villalba, (1996), señalan que esta técnica se puede utilizar con el fin de estimular el desarrollo del fruto. En tanto, su eficacia depende principalmente de la época de realización, también de la especie y variedad de que se trate (Villalba, 1996). Finalizada la caída fisiológica de frutos, es cuando se consiguen los mejores resultados para las variedades: Navelate, Satsuma, Nova y Fortune (Agustí, et al., 1989; Agustí, et al., 1990a; Agustí y Almela, 1991; Villalba, 1996).

La respuesta al rayado es rápida, observándose diferencias en el diámetro del fruto, ya a los 20 días de haberse realizado el mismo (Agustí, et al., 1989; Villalba, 1996).

Según Agustí, et al. (1990a) y Villalba, (1996) el estímulo en el incremento del tamaño se produce sobre todos los frutos del árbol. El efecto del rayado es general, en todas las variedades estudiadas tanto de naranjas (Navelate), como también en mandarinas (Satsuma, Nova y Fortune), lográndose aumentos en el diámetro medio de los frutos rayados entre 2,5 y 4,0 mm con relación al control (Agustí, 1993).

6) Aplicación de fitoreguladores

Según Guardiola, et al. (1988), citado por Villalba, (1996) cuando se usan auxinas de síntesis para incrementar el tamaño del fruto, después del tratamiento con estos productos, se manifiesta inicialmente un efecto depresivo sobre el crecimiento del fruto. El cual a los pocos días se supera y el fruto tratado se desarrolla a mayor velocidad que el no tratado. Esta disminución inicial sobre el crecimiento es la responsable del raleo.

Las auxinas 2,4-D; 2,4,5-T y 2,4,5-TP, tienen también un moderado efecto raleador y que al mismo tiempo favorecen el crecimiento del fruto, aunque con eficiencia variable. La respuesta lograda con estos productos es un estímulo directo sobre el desarrollo del fruto, e indirecto debido a la eliminación de los frutos de menor tamaño (Agustí y Almela, 1984; Guardiola, et al., 1988) citados por Agustí, et al. (1995).

Agustí y Almela, (1991) señalan que el momento de aplicación es el principal determinante del resultado, condicionando aún el efecto de la concentración. Debiéndose realizarse como norma general, durante los últimos días de la caída de junio.

7) Poda

Según Zaragoza, et al. (1992) en un experimento sobre mandarina Satsuma Clausellina, bajo dos intensidades de poda y tres períodos, encontraron que las diferencias entre los tratamientos de poda son pequeñas y los diámetros obtenidos por los tratamientos más favorables resultaron en una diferencia de alrededor de 2 mm si los comparamos con el control. La poda en junio y julio (H.N.) proporciona los mejores resultados. Cualquiera de los métodos de poda induce una aguda reducción en el número de frutas cosechadas. Un incremento en el peso de la fruta proporcionada como consecuencia de la poda, no fue suficiente para compensar la disminución en el rendimiento. Sin embargo, bajo el punto de vista económico, el método de poda podría ser ventajoso.

Oren, (1988), citado por Donadio, (1992), trabajando con mandarina Clementina, encontró un efecto positivo de la poda sobre el tamaño de la fruta. Las mismas tenían un tamaño promedio considerablemente bueno, igual o mayor a 53 mm, más allá de ser cosechadas tempranamente.

En un trabajo sobre naranja Tarocco con diferentes tratamientos de poda, se observó que el tamaño promedio de la fruta no fue afectado negativamente por la poda. Por el contrario, este fue mayor que en las plantas no podadas (Intrigliolo, et al., 1988).

Según Krajewski, (1996), la poda de aclaramiento resulta en un mejoramiento del tamaño del fruto.

2.4 PODA

2.4.1 Definición y generalidades

Esta práctica de manejo comprende un conjunto de operaciones (Ragone, 1996), que consisten específicamente en acortar y suprimir una porción de las ramas del árbol y por lo tanto, de los frutos que ellas tienen en potencia. Pudiendo así, otras ramas y frutos que se mantengan en ellas estar mejor alimentados (Rebour, 1969).

La poda debe ser ubicada en el esquema general de trabajos del huerto, considerándola como una práctica más y no como una medida de corrección (Rebour, 1969).

Según Villalba, (1996); Ragone, (1996); Zaragoza, et al. (1997) la poda es una de las muchas prácticas de manejo del cultivo, y no se le puede atribuir como un factor determinante de la calidad y producción. La poda si bien afecta el resultado final (cosecha, desarrollo del árbol, etc.), sus consecuencias no son independientes de otras técnicas o situaciones, debido a que existen otros factores que influyen (estado sanitario, riego, fertilización, etc.), complementando o contrarrestando sus efectos, e incluso enmascarándolos.

González Sicilia, (1968) y Zaragoza, et al. (1997) mencionan que la poda tiene gran utilidad ya que mejora la calidad del fruto, regula y aumenta la producción y además facilita las labores culturales.

Sobre esta práctica existen muchas teorías, la mayoría de las veces opuestas, dadas las diferentes respuestas obtenidas luego de su aplicación tanto práctica como en relación con su necesidad (Ragone, 1996). Debido a que no siempre se logra el resultado esperado, por ejemplo incrementar la producción, aumentar el tamaño del fruto, vigorizar la planta, etc. (Zaragoza y Alonso, 1981b).

Según Zaragoza, et al. (1997), en los experimentos sobre poda actúa un problema adicional, ya que no se puede determinar fácilmente su forma de aplicación sobre la base de parámetros cuantitativos. También, hay que sumarle a esto que no todas las variedades suelen responder de igual manera, estando afectadas por otros factores como portainjerto, suelo, clima, etc.

Villalba, (1996), se refiere a que desde que se realiza la poda hasta que se verifica su efecto (después de una brotación, después de la recolección), pasa mucho tiempo y durante el mismo otros factores pueden afectar la respuesta del árbol.

Se ha sugerido que las plantaciones de cítricos, deberían ser planeadas teniendo en cuenta los aspectos biológicos y de manejo que están interrelacionados para maximizar el retorno económico Wheaton, et al. (1978), citado por Cary, (1981).

Según Donadio, (1992), el mejoramiento en la calidad de la fruta principalmente relacionada al mercado en fresco, es una de las más importantes razones para el uso de poda en muchos países. Además, la poda es también muy importante en el control de enfermedades, siendo un ejemplo de esto la melanosis.

Krajewski, (1996), cita que la poda será necesariamente varios años más temprana en la vida comercial de plantaciones de alta densidad, que con plantaciones convencionales de árboles similares.

El mismo autor señala también que la poda puede transmitir ciertos virus y afines por instrumentos de corte.

2.4.2 Principios fundamentales de la poda

Según González Sicilia, (1968) y Villalba, (1996), al ser la poda una operación con la cual se intenta controlar la forma natural del árbol, deben tenerse en cuenta varios principios en los que debe basarse la poda, y ellos son los siguientes:

1. la savia proveniente de las raíces se mueve de forma ascendente, disponiéndose a nutrir con mayor abundancia a las ramas más verticales y altas, sacrificando a las bajas y horizontales o inclinadas. Esto produce un desplazamiento de la vegetación hacia la periferia de la copa, y de la misma forma, las yemas terminales crecerán con mayor vigor que las ubicadas en la parte media y basal de la rama.

2. cuanto menor sea el número de brotes, entre los cuales se tenga que distribuir la savia que llega a una rama, es evidente que su desarrollo será más favorecido. Esto ocurre cuando una rama es podada corta, debido a que sus brotes serán más vigorosos a diferencia de lo que pasa si es podada larga.

3. la savia se dirige preferentemente hacia las ramas más vigorosas y aquellas más favorecidas por la luz. Esta mayor atracción de savia, es debida a que la transpiración y fotosíntesis se llevan a cabo con mayor intensidad y producen una llamada de savia.

4. la dificultad en la circulación de savia provoca un adelanto e incremento en la fructificación. La finalidad de estos obstáculos, es disminuir la velocidad de circulación de la savia. En este principio se basan por ejemplo: el arqueado de ramas, incisiones o rayado, etc.

5. aquello que tiende a disminuir el vigor de los brotes, origina un aumento en el tamaño de los frutos, ya que la savia se dirige hacia éstos desde los brotes.

6. para que se de la formación de botones florales son condiciones necesarias, una buena iluminación y aireación, así como una suficiente alimentación.

González Sicilia, (1968) y Morín, (1980), señalan algunos conceptos generales y específicos de los cítricos que apoyan a decidir sobre la estrategia de la poda, teniendo en cuenta también los principios básicos de la misma mencionados anteriormente. Estos conceptos son los siguientes:

a. las flores se encuentran en inflorescencias terminales o axilares sobre tallos del año anterior.

b. los cítricos presentan una clara tendencia a ramificarse excesivamente y originar un follaje espeso en la parte exterior del árbol, que dificulta la entrada de luz en el interior, afectando así la vegetación y fructificación.

c. estas plantas tienen una disposición más o menos notoria, según sea la especie y la variedad, al desarrollo en sentido vertical, dando lugar así a chupones numerosos en árboles vigorosos.

d. en varias especies cítricas, fundamentalmente el naranjo, presenta con cierta periodicidad la aparición de uno o más chupones de gran vigor, que sobresalen por encima de la copa de la planta.

e. el éxito depende en gran parte del podador. Se está de acuerdo que es “mejor no podar, que hacerlo mal”, ya que una poda bien realizada favorece a la planta entre ciertos límites. Una poda excesiva afecta considerablemente y produce una reducción notable en la producción, necesiéndose varios años para que la planta se recupere de los perjuicios realizados. Se considera entonces, que el podador debe presentar los conocimientos y prácticas suficientes, para saber el comportamiento, requerimiento y respuestas del árbol, ante la poda y el porque elimina unas ramas y deja otras.

Los objetivos de la poda cambian según la etapa de desarrollo de las plantas y se logran favoreciendo su formación en el período juvenil, su rentabilidad en el estado adulto y su rejuvenecimiento en la senectud (Zaragoza, et al., 1997). Por lo tanto, se puede considerar que la poda persigue 3 objetivos, los cuales son:

1) En su primera etapa, formar un armazón o esqueleto fuerte, sólido y vigoroso, constituido por ramas convenientemente dispuestas, de manera que no solo puedan soportar el peso de la cosecha, accidentes (viento, etc.), y que además también brinden buena aireación, iluminación, así como facilitar y agilizar las diferentes labores culturales (cosecha, tratamientos sanitarios y la propia poda, etc.). (González Sicilia, 1968; Rebour, 1969; Loussert, 1992; Ragone, 1996; Villalba, 1996). Tal objetivo es lo que suele llamarse “poda de formación”.

2) En la etapa siguiente, se busca conseguir un equilibrio entre el desarrollo vegetativo y productivo; o sea moderar y regular la importancia de la producción de frutos, tanto en el tiempo como en todo el volumen del árbol, asegurando de esta forma una cosecha continua, relativamente elevada, de calidad comercial y sostenida durante el máximo número de años (González Sicilia, 1968; Rebour, 1969; Loussert, 1992; Ragone, 1996; Villalba, 1996). Esto es la “poda de fructificación y mantenimiento”.

3) Otra fase, en la cual se intenta recuperar plantas agotadas, pero que son sanas o que fueron afectadas por agentes climáticos, abandono de árboles, etc. Aquí hay que intervenir más enérgicamente, para que la planta retorne a las condiciones de fructificación normal (González Sicilia, 1968; Rebour, 1969; Loussert, 1992; Ragone, 1996; Villalba, 1996). Este objetivo es llevado a cabo por la “poda de restauración o regeneración”.

2.4.3 Características de las diferentes clases de poda

González Sicilia, (1968); Rebour, (1969), Ragone, (1996), indican que según la edad de la plantación cuando se realiza la poda, se pueden llamar poda de formación, fructificación y restauración. Aunque estos términos se aplican con frecuencia en frutales de hoja caduca. Mientras que, otro tipo de poda que se lleva a cabo periódicamente es la de mantenimiento, que varía según los requerimientos de las plantas y las medidas de manejo del monte (Praloran, 1977; Zaragoza, et al 1997). También encontramos la poda mecánica, que si bien no es muy usada en nuestro país, debido a que está asociada a un manejo global del monte en forma mecánica.

2.4.3.1 Poda de formación

Según Villalba, (1996); Zaragoza, et al. (1997), mencionan que las plantas jóvenes y vigorosas tienden a crear follaje y en determinado momento cuando se dan las circunstancias adecuadas, empiezan a producir fruta. El vigor se va reduciendo paulatinamente y en cambio la producción se va incrementando, hasta alcanzar un equilibrio entre el desarrollo vegetativo, el reproductivo y el medio ambiente. Este equilibrio se logra más rápido, cuanto más se favorezca el desarrollo de la copa y cuanto menos se abuse de la poda. El vigor es típico de las plantas jóvenes y se puede visualizar en el tamaño de las brotaciones, y viene influenciado por varios factores como: clima, suelo, portainjerto, fertilización, riego, etc., por lo tanto no controlable con la poda.

Villalba, (1996) señala con relación a la entrada en producción de una determinada variedad, que ésta puede estar favorecida por una gran superficie foliar, así como también por factores endógenos, como puede ser la existencia de un equilibrio hormonal, una elevada tasa fotosintética y una cantidad aceptable de minerales y carbohidratos. También factores exógenos pueden estar afectando a los anteriores, pudiendo ser ellos: clima, fertilización, riego, etc.

Si se permite que la planta crezca libremente en los primeros años de su vida, todos los nutrientes proporcionados tenderán a crear un sistema foliar abundante, lo que afectará positivamente formando un fuerte sistema radicular. Así, cuando sea necesario formar el árbol, la vegetación restante y el abundante sistema radicular estarán en condiciones para brindar los nutrientes requeridos y en un corto período de tiempo se habrá recuperado nuevamente el follaje eliminado. De esta manera, la planta restablecerá rápidamente su actividad, no extendiéndose el período juvenil y favoreciéndose la entrada en producción (Villalba, 1996; Zaragoza, et al., 1997).

En el presente, los árboles son generalmente dejados sin podar durante sus primeros 2-3 años después de la plantación, solamente removiendo los brotes que puedan interferir claramente con el buen desarrollo de la planta. La poda de los árboles

jóvenes es realizada durante el periodo de primavera-verano (Zaragoza y Alonso, 1981a).

Los cítricos mayoritariamente son plantas que en situaciones ecológicas normales y con atenciones, tienden a formarse convenientemente. Permitiendo a la planta en lo posible, desarrollarse libremente sin que haya que apelar a realizar cortes (Morín, 1980).

La poda severa de árboles recientemente establecidos prolongará su periodo juvenil. Sin embargo, por retardar la poda uno tendrá que repartir con ramas más gruesas para remover y el rebrote o recrecimiento será inevitablemente incontrolable (Krajewski, 1996).

2.4.3.2 Poda de fructificación

Rebour, (1969) señala que existe un problema para lograr el equilibrio fundamental entre la vegetación y fructificación, ya que a diferencia de lo que ocurre en un gran número de frutales de hoja caduca, la fructificación no es visible en el instante en que se podan los cítricos. Se verifica que esta poda se ha realizado en buena forma, cuando se observan nuevos brotes de vigor medio.

Según Morín (1980), este tipo de poda se realiza con frecuencia en frutales caducifolios. Sin embargo, esta operación no se realiza en cítricos y de experimentos se concluye, que la poda elimina una porción considerable del árbol siendo por lo tanto negativa. Ya que afecta en grado variable la producción, aunque siempre de forma significativa. Los perjuicios producidos estarán referidos directamente a la intensidad de la misma.

Para realizar una apropiada ejecución de esta poda, es muy importante tener presente algunas consideraciones para el momento de su aplicación, las mismas se muestran a continuación (Ragone, 1996; Villalba, 1996; Zaragoza, et al., 1997).

a) Crecimiento natural de las plantas

Las brotaciones más verticales reciben mayor cantidad de alimento y en consecuencia presentan un desarrollo superior (Villalba, 1996; Zaragoza, et al., 1997). Estas se ramifican espontáneamente y comienzan a formar brotaciones laterales, sobre las cuales puede comenzar la fructificación (Villalba, 1996).

Según Ragone, (1996) y Zaragoza, et al. (1997), si dejáramos crecer naturalmente las plantas cítricas, notaríamos que cada especie, cada variedad y también cada combinación portainjerto-injerto, formarían un cierto tipo y tamaño de copa y con características vegetativas propias.

Villalba (1996), menciona que el equilibrio entre vegetación-producción se lograría en cierto momento, prolongándose su vida pero por ende produciría menos. La poda debe apoyarse sobre la forma típica de desarrollo, variándola con moderación para alcanzar beneficios en los resultados económicos.

La regla es remover solamente la madera indeseable sin modificar el balance del árbol, o ir contra el hábito natural de crecimiento. La poda liviana debería asegurar que, los árboles permanezcan relativamente “abiertos” durante todo el año. La misma no debe demorarse hasta que los árboles son demasiados altos y son tocados unos con otros. Con el tiempo esto sucede y la producción de madera cambia hacia la superficie de la cima de la copa de los árboles (Krajewski, 1996).

b) Equilibrio carbono-nitrógeno y acumulación de reserva de la planta

Según Villalba, (1996) y Zaragoza, et al. (1997), el tenor en sustancias minerales y carbohidratos (reservas) fluctúa en el transcurso del año, logrando un máximo al final del invierno. Las reservas se acumulan principalmente en hojas y ramas, por lo tanto, cuando se elimina parte del follaje se está reduciendo las reservas y las fuentes de energía, lo cual repercutirá posiblemente de forma negativa en la producción.

La relación entre el crecimiento vegetativo y la productividad, es influenciada en gran parte por el equilibrio carbono-nitrógeno presente en el árbol (Morín, 1980). Por ejemplo, cuando el nivel de carbohidratos es bajo y el de nitrógeno es alto, las plantas tienden a originar un desarrollo vegetativo vigoroso y una escasa producción de frutos (Ragone, 1996).

Morin (1980) señala que, posiblemente para la formación de yemas fructíferas, es preciso que en los tejidos de las plantas se encuentre presente un nivel de nitrógeno y una cantidad relativamente superior de carbohidratos.

c) Distribución de la savia

Villalba, (1996) y Zaragoza, et al. (1997), mencionan que al suprimirse una rama, parte de la savia que debería recibir pasará a contribuir a otras ramas, principalmente a las más próximas. De esta forma, esas ramas presentarán mayor vigor, por tener más nutrientes y también estarán mejor iluminadas.

La poda apunta principalmente a hacer fluir agua por medio de las ramas tan fuerte y directo como sea posible. Es usada para simplificar el “sistema de conducción”. La misma debería remover solamente la madera improductiva: como aquellas ramas muy ramificadas, ramas y ramitas sombreadas (Krajewski, 1996).

d) Vigor

El vigor de la planta no debe medirse por el tamaño de la copa, sino que viene dado con mayor precisión por el número y longitud de las últimas brotaciones (Villalba, 1996; Zaragoza, et al., 1997).

Según Rebour (1969), la poda presenta una doble acción: a) sobre el vigor general del árbol: “acción debilitante o desvigorizante”, debido a la eliminación de una

parte de los órganos; b) sobre el vigor de los brotes conservados: “acción fortificante”, dado por un mejor suministro de savia.

Ragone, (1996) y Villalba (1996), mencionan que la respuesta e intensidad de la poda está relacionada al vigor de las plantas. Por lo tanto, cuanto más vigoroso sea un árbol con menor intensidad debe ser podado, debido a que si se poda con mayor severidad induce un desarrollo vegetativo vigoroso, fundamentalmente cuando se realiza antes de la época principal de brotación. Esto ocurre, porque el sistema radicular proporciona agua y nutrientes a un menor volumen de copa y tenderá a recobrar el follaje suprimido rápidamente. Lo cual ocasiona una reducción de la producción, un aumento en el tamaño y contenido de jugo en los frutos y además, una reducción de los sólidos solubles y la acidez.

Desafortunadamente la mayoría de los cultivares cítricos poseen un vigor más grande que el deseado para plantaciones de alta densidad (Phillips, 1978).

Moss (1973), citado por Cary (1981), reporta que la cantidad de recrecimiento fue correlacionada con el tamaño del primer crecimiento de brotes después de la poda, y esta fue correlacionada con el diámetro de las ramas podadas. No fueron encontradas flores en rebrotes de 1 año después de la poda, solamente el 75% de los rebrotes producen flores 2 años después de la poda y solamente el 50% producen frutas. Iwagaki, y Hirose (1980), citado por Cary (1981), encontraron que la poda reduce el número de flores y el peso total del crecimiento de nuevos brotes, pero incrementa la longitud promedio de los nuevos brotes vegetativos.

e) Aireación e insolación

Según Villalba, (1996) y Zaragoza, et al. (1997), si se dejaran sin podar las plantas durante varios años, su copa tenderá a formar un follaje denso en la zona periférica, lo que dificulta o impide la aireación e insolación interior. Por lo tanto, la fotosíntesis se ve limitada y se favorece el desecamiento y esterilidad de esa región. Esto, se produce debido a que las ramas sin iluminación suficiente no podrán brotar ni tampoco florecer. En esta situación, tanto la vegetación como la cosecha están ubicadas en la parte exterior del árbol.

La poda tratará de no llegar a estas condiciones, mejorando el desarrollo de la zona interior de la copa, realizando eliminaciones de ramas que ayuden a facilitar la aireación e insolación (Villalba, 1996). Ragone (1996), menciona que también hay que destacar que la luz solar afecta además de la floración, la maduración y coloración de los frutos.

Phillips, (1978) señala que la mayoría de las plantaciones de cítricos, eventualmente llegarían a sobrecubrirse si ellas son dejadas sin podar. Más altos rendimientos promedio pudieron probablemente haber sido mantenidos, si los árboles no hubieran sido tan vigorosos y requieran mucha poda para evitar el acercamiento.

Krajewski, (1996) cita que altos niveles de luz incrementan la brotación, promueven la formación de yemas florales, mejoran la calidad de la inflorescencia,

mejoran el color de la fruta y la calidad interna (más alto contenido de azúcar) y reduce la variabilidad fruta a fruta dentro del árbol.

El mismo autor señala que la madera sombreada es de pobre calidad, oculta dentro de la copa, sin hojas, viejas y muy ramificadas. Pocas yemas sobre esta madera son capaces de brotar. Igual cuando estas yemas brotan forman flores, las frutas formadas son pequeñas, de cáscara delgada, pálidas e insípidas. Ellas compiten con las frutas más grandes por las reservas del árbol. Sin embargo, no contribuyen al ingreso de la producción. La poda promueve fuertemente la formación de madera de alta calidad de producción.

f) Relación entre el tamaño de las plantas y el área de producción de frutos

Ragone (1996), señala que las plantas de gran porte y elevado rendimiento individual, no alcanzan a un número de frutos superior al de aquellas de menor tamaño. Una gran parte de los frutos se localizan en la zona más externa de la copa, entre los 0.9 m a 1.0 m de ancho, en la cual existe una mayor intercepción de la luz solar. La relación entre el área de producción de frutos y la estructura de sostén, decrece en la medida que las plantas sean de mayor porte, haciendo esto que los árboles más pequeños formen las unidades de producción más eficientes.

La mayoría de la fruta cítrica es producida en los 0,9 m exteriores del follaje, donde la luz es adecuada para la formación de yema de fruta. Mientras que, el área interior es ocupada principalmente por las estructuras de soporte y es generalmente espacio perdido en lo que concierne a la producción de fruta (Shertz y Brown, 1966, citado por Phillips, 1978).

La distribución de la fruta en la copa del árbol de mandarina Satsuma, es comparativamente uniforme cuando los árboles son jóvenes y pequeños en volumen de copa. Con la expansión de la copa del árbol, la distribución de la fruta en la parte interna se vuelve más dispersa (Iwagaki, 1981).

Según el árbol se amplía, el centro es ocupado por estructuras de soporte y casi todas las hojas y frutas son producidas en la periferia de los árboles (Hilgeman, 1972).

La poda realizada usualmente produce una reducción en el tamaño del árbol, no resultando en una disminución proporcional en el número de frutas (Phillips, 1984).

2.4.3.3 Poda de mantenimiento

Según Praloran (1977), esta poda implica fundamentalmente estimular la emisión de nuevas ramas y en eliminar las viejas o poco vigorosas, que producen escasos brotes nuevos. Sin embargo, también se menciona que esta constituye en el raleo tanto de ramas jóvenes como de las fructíferas, el cual es requerido en los cítricos debido a su tendencia de producir ramificaciones compactas, lográndose así obtener frutos en el interior de la copa (Loussert, 1992).

Zaragoza, et al. (1997), señala que esta poda debe mantener el desarrollo natural de cada variedad y llevarse a cabo de manera moderada. Además, se favorecerá la

iluminación dentro de la copa, suprimiendo para este objetivo las ramas más débiles o agotadas. De la misma forma, las faldas no se deben eliminar, si controlarlas, debido a que en ellas se produce una gran cantidad de fruta. Las ramas superiores a menudo producen poco, y a veces no es cosechada por su difícil acceso, por lo que su eliminación no crea desequilibrios en la planta y aún mejora la iluminación en el interior de la misma. Palacios (1978) cita que, la eliminación de las ramas que se dirigen hacia arriba (en limoneros por ejemplo), son generalmente improductivas logrando con esto también facilitar la cosecha. Esta práctica no es aconsejable, debido a que en la medida que estas ramas se vayan curvando, el número de frutos producidos se incrementará a consecuencia del enlentecimiento de la circulación de savia que ocurre en esta posición.

Con relación a la poda de los brotes excesivamente vigorosos (chupones), éstos serán eliminados según su lugar de emplazamiento. Los originados tanto en el tronco como los del centro de la copa, deben ser suprimidos tan pronto como se los pueda identificar. Los últimos en tanto, en ciertos casos pueden usarse para llenar un hueco. Mientras que, los que nacen en la periferia deben ser conservados como alternativa para el futuro desarrollo de la planta (González Sicilia, 1968). La eliminación de estos chupones es una tarea favorable, ya que no sólo disminuye el vigor a las ramas y frutas, sino que también al tener mayor succulencia, son más susceptibles al ataque de insectos. La permanencia de estos brotes en la planta disminuye la capacidad para producir fruta, debido a la substracción tanto de nutrientes como de agua hacia estas ramas improductivas (Morín, 1980). En cambio, también se menciona que estos chupones no demoran en ramificar, para luego fructificar (Praloran, 1977).

Según Morin (1980), en cambio cita como poda de limpieza a aquella que elimina en plantas adultas, los brotes muertos originados por plagas y/o enfermedades, por competencia con brotes cercanos en especial para el caso de ramas interiores. Por lo tanto, es aconsejable su supresión porque: a) las ramas muertas representarían un foco de contaminación de plagas o enfermedades; b) en un árbol con follaje espeso, las ramas interfieren en las diferentes labores; c) estas ramas podrían perjudicar a las ramas vecinas o también a las frutas.

2.4.3.4 Poda de restauración o regeneración

Esta tarea suele hacerse necesaria cuando se abandonan las operaciones de poda, por la edad, accidentes y enfermedades (González Sicilia, 1968). Sin embargo, esta operación debe llevarse adelante en árboles sanos cuyo agotamiento se deba fundamentalmente a su edad (Villalba, 1996).

Rebour (1969); Praloran, (1977); Villalba (1996) señalan que, esta operación se fundamenta en que los cítricos emiten con gran facilidad brotes jóvenes, sobre la madera vieja. Esta actuación, se basa entonces en que tanto en el tronco como en ramas, aún siendo viejas, existen yemas adventicias con posibilidades de desarrollarse luego de muchos años de vida latente (Villalba, 1996).

Según Loussert (1992) y Villalba, (1996), la misma se realiza en árboles viejos y agotados pero sanos, por medio de una poda severa que implica esencialmente, rebajar las ramas que forman el armazón o esqueleto de la planta, o sea por encima de su primera ramificación.

Para el caso de plantas agotadas, la poda está constituida por la supresión de todo el follaje y las ramas menores a 3 cm de diámetro. En cambio, las plantas afectadas por las heladas, la poda debe efectuarse luego de producida la brotación, ya que ésta manifestará claramente hasta que punto se ha dañado los tejidos por el frío (Ragone, 1996).

En referencia a la intensidad, esta variará según el grado de agotamiento o de afección del daño, con lo cual será más enérgico cuanto más agotado esté el árbol, lo que producirá un mayor período sin producción (Ragone, 1996 y Villalba, 1996).

El método y severidad de la poda usada para el rejuvenecimiento depende de la causa y el grado de decadencia y de daño del árbol. La severidad de la poda, debería estar relacionada con la cantidad del estímulo del crecimiento necesario para restaurar el vigor y la producción de fruta (Phillips, 1984).

Según Praloran (1977), la reconstitución del armazón es rápida, en un árbol correctamente regado y fertilizado, y su retorno a la producción se da después del tercer año de realizada la poda de regeneración.

Loussert, (1992) menciona que, esta tarea solamente retrasa en algunos años la decisión de arrancar los árboles. Otra alternativa, es la eliminación de la copa del árbol, la cual se lleva a cabo cuando el mismo se encuentra en plena producción, aquí la finalidad es conseguir una nueva copa luego de sobreinjertada perteneciente a la variedad de interés comercial o económico.

A continuación se mencionan algunos tipos de poda de rejuvenecimiento: a) *esqueletización*: es la remoción de todo el follaje y la madera menor que 1 a 1.5 pulgadas de diámetro. El recrecimiento o rebrote ocurre rápidamente en todas partes del árbol y este puede producir una buena cosecha el segundo año después de la poda. Este método es costoso y consume mucho tiempo; b) *buckhorning*: es el método más drástico de poda de rejuvenecimiento, implica cortar en forma de cuerno de ciervo las ramas principales de la armazón, a una altura de aproximadamente 2 m sobre el suelo. Este procedimiento reduce en gran forma el tamaño de los árboles y tiene un prolongado efecto (Phillips, 1984).

2.4.3.5 Poda mecánica

Según Palacios (1978), este tipo de poda apareció dada una doble necesidad. Por un lado, se trataba de lograr una mayor productividad por hectárea, para esto se aumentaba el número de plantas por hectárea; en segundo lugar, la falta de mano de obra para la recolección, obliga a encontrar la forma de hacer más práctica y rápida la cosecha. En relación con las especies más podadas con este tipo de sistema, ellos son los limoneros y pomelos. Esta tarea, en cierta forma ha dificultado el cuidado de las plantaciones, debido a que los cortes sucesivos producen brotaciones internas, lo cual

crea la aparición de ramas entrecruzadas, que afectan la sanidad del monte. Rodríguez, citado por Palacios (1978), señala que este sistema puede acrecentar el problema de las enfermedades virósicas y afines que son transmitidas por los cortes con las herramientas.

La poda mecánica debe cumplir dos requerimientos: el primero es fisiológico, mientras que el otro es asegurar un adecuado espacio para los equipos usados en la cosecha de fruta (Raciti, et al., 1981).

Zaragoza y Alonso, (1981a) citan que las operaciones de poda son muy caras, representando alrededor de un 20% de los costos totales de las prácticas culturales en cítricos. El pequeño tamaño de las quintas y la alta densidad de plantación, son otros factores que dan una dificultad para introducir métodos mecánicos que puedan ser ventajosos para la poda. Los métodos mecánicos (*hedging* y *topping*) son algunas veces usados pero solamente en grandes plantaciones.

El *hedging* y *topping* remueven las porciones terminales de las ramas, destruyendo la dominancia apical y estimulando el rompimiento de las yemas laterales. Uno de los mayores problemas con árboles standard en plantaciones de alta densidad, es que dé una respuesta vegetativa excesiva al *hedging* y *topping*. La poda selectiva manual podría ser justificada en plantaciones de alta densidad para corregir la poda mecánica y remover los brotes vigorosos (Phillips, 1978).

Hedging y *topping* de cítricos es una práctica de manejo importante para controlar el tamaño de los árboles (Lewis y McCarty, 1973; Carry, 1977 citados por Bacon y Bevington, 1978).

Phillips (1978) menciona que, si el *hedging* y *topping* no son iniciados antes del acercamiento, una poda severa podría ser requerida para mantener una distancia entrefilas que permita el acceso y que prevenga el excesivo sombreado de las partes más bajas de la copa del árbol. Suministrando una poda no severa, que solamente una pequeña porción del total de la copa sea afectada, la productividad puede ser mantenida aún alta.

Según Iwagaki y Ideta (1977), citado por Cary (1981), ellos observaron que el *topping* fue desventajoso debido al rebrote denso, ya que causa el sombreado de la parte inferior de la copa. También encontraron que 1 y 2 años después del *hedging* muy pocas frutas cuajaron en los nuevos crecimientos.

a) *Hedging*: es una práctica común para mantener condiciones favorables de luz y para facilitar las operaciones culturales y de cosecha (Crocker y Phillips, 1973; Lewis y McCarty, 1975; Cary, 1977; citados por Phillips, 1978). Un problema con el *hedging* vertical de árboles vigorosos es que la porción superior crece más vigorosamente, y temprano sombrea las porciones bajas. Por lo tanto, sería deseable para el *hedging* un ángulo el cual pudiera retrasar este efecto.

El *hedging* ha sido usado para rejuvenecimiento de árboles viejos e ineficientes (Dunlop, 1975 citado por Bacon y Bevington, 1978), para mejorar la calidad de fruta y para aliviar la tendencia de producción de ciertas variedades (Lee, 1962; Fucik, 1977; citados por Bacon y Bevington, 1978). Para ser efectivo es importante que no estimule el crecimiento de brotes con un excesivo vigor, que afecte adversamente el rendimiento.

Según Donadio (1992), el *hedging* es caracterizado como una poda de control del tamaño y puede ser usada sobre plantas que inician el cerrado y sombreado de las partes más bajas, las cuales pueden ser removidas con la poda. Puede ser ejecutada aún donde hay una necesidad por un espacio mayor para el pasaje de los tractores y maquinaria, principalmente por la eficiencia de las pulverizaciones. Dependiendo de la intensidad, puede reducir la siguiente producción. Generalmente mejora la calidad de fruta. Un serio problema de esta poda es la remoción o la incorporación de las ramas podadas. Fucik, (1978), citado por Donadio, (1992) muestra que el efecto de la poda lateral sobre plantas de pomelo, pueden afectar la producción del año siguiente. El volumen del material podado tiene una relación directa con la producción después de la poda.

Phillips (1984), menciona que el *hedging* alivia el apretado y suministra espacio para las operaciones de la quinta, además abre la plantación para mejorar la luz y permitir a los árboles además crecer una nueva falda.

b) *Topping*: es comúnmente practicado para alcanzar más bajo costo de cosecha, mejorar la cobertura de pulverización y mayores tamaños de frutos. Las variedades proyectadas para el mercado de fruta fresca, son frecuentemente *topped* más baja y más frecuentemente para obtener fruta más grande (Phillips, 1978).

Donadio (1992) señala que, el *topping* apunta a reducir el tamaño del árbol sobre plantas muy grandes, donde las prácticas culturales son difíciles. Generalmente, es ejecutada asociada al *hedging*. Fue mostrado además, que la poda que remueve buena parte de la copa afecta la producción del año siguiente.

Según Phillips (1984), el *topping* reduce la altura del árbol y anima nuevos crecimientos en las porciones más bajas del árbol, incrementa más el tamaño de fruta que el *hedging*.

Spina, et al. (1984), estudiando los efectos de la poda tradicional (manual), mecánica, integrada (manual+mecánica) sobre árboles de naranja Tarocco, observaron que la poda mecánica reduce el tiempo de trabajo en un 99,1% en comparación con la poda convencional (manual). El rendimiento no fue estadísticamente diferente, aunque hubo una leve variación entre los tratamientos. Las características cualitativas no fueron significativamente influenciadas por los distintos tipos de poda.

En 6 años de experimentos realizados sobre árboles de naranja Washington navel, bajo diferentes tratamientos de poda: manual, mecánica y ambas juntas, todas cada 2 años. La cosecha del año que fue realizada la poda se redujo significativamente en 2 de los 3 años, en tanto que, los rendimientos al año siguiente a la poda no fueron diferentes entre los tratamientos. Al fin del experimento, no ocurrieron diferencias significativas en el rendimiento promedio anual. Las frutas desde los árboles podados manualmente, tienen significativamente pesos más altos que los otros tratamientos, pero no fueron observadas diferencias en el diámetro del fruto (Zaragoza y Alonso, 1980, citados por Zaragoza y Alonso, 1981a).

Según Raciti, et al. (1981), trabajando con diferentes periodos y secuencia de poda mecánica en árboles de limón, naranjas y mandarina, observaron que, en limón en el promedio de los 3 años no fue significativa la diferencia en producción. Tampoco fueron afectados el peso promedio de la fruta, tamaño y otras características de calidad. En naranja, los rendimientos fueron diferentes dependiendo de la variedad, distancia de plantación, edad de los árboles y severidad de la poda. Mientras que, los resultados en mandarina no fueron enteramente satisfactorios, debido a que los tratamientos no alcanzaron los efectos que, en general, habían sido esperados desde la poda drástica tradicional y anual que apunta esencialmente a incrementar el tamaño del fruto. El incremento en el contenido foliar de macroelementos, fue visto en árboles podados en comparación con los no podados. Este mejoramiento nutricional sería el indicador del efecto positivo de la poda en el balance fisiológico de los árboles (Raciti, et al., 1981).

Iwagaki (1981), al comparar la poda manual convencional (HP), con el *hedging* en ambos lados de la copa (H2) y *hedging* en un lado (H1) sobre árboles de mandarina Satsuma, observó que comparando con los árboles de HP, los árboles de H2 muestran una reducción de rendimiento de un 16%, pero hubo una muy pequeña reducción en el rendimiento de los árboles de H1. La calidad de fruta interna y externa de los árboles *hedging* fue levemente superior que los árboles de HP.

Según Giametta y Zimbalatti (1992), en un ensayo de mandarina Clementina y naranja Tarocco, evaluaron el efecto de diferentes progresiones durante un período de 3 años con *hedging* (lateral y transversal) y *topping*, encontraron que la poda manual en los 2 primeros años después de la poda, dio una reducción del rendimiento en un 12% en Clementinas y un 13% en Tarocco, comparado con el rendimiento promedio obtenido en el mismo período desde árboles no podados. También en los 2 primeros años una caída del rendimiento de 66% fue observada en mandarina Clementina después de la poda mecánica, en comparación con el rendimiento promedio obtenido desde árboles podados manualmente para el mismo período. En contraste, una pequeña disminución (igual al 5%) fue observada en naranja solamente en uno de los tratamientos. La poda manual, permite tener fruta más grande que aquellas obtenidas desde árboles no podados, así como desde aquellos árboles podados mecánicamente. Estos resultados fueron observados tanto en mandarinas como en naranjas. En cuanto a la calidad de fruta, el tamaño de las naranjas fue mayor y regular; mientras que no se observaron cambios en el tamaño de las mandarinas.

En Australia un trabajo sobre árboles de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck.), en el cual se evaluó la respuesta al *hedging* a intervalos mensuales desde setiembre a abril. Además, se realizó sobre mandarina Ellendale (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*), *hedging* y *topping* en octubre y marzo. Se observó que en Valencia el *hedging* realizado más temprano dio una longitud del segundo y tercer crecimiento de brotes más grandes. El porcentaje de brotes productores de fruta en árboles podados en enero fue significativamente menor que árboles *hedging* en setiembre, octubre y

noviembre. Mientras que los podados en febrero, marzo y abril solamente producen brotes vegetativos sobre las ramas podadas. En tanto que, la poda de mandarina Ellendale en marzo reduce el número y longitud de brotes en el recrecimiento inicial de brotes. La floración fue evidente sobre el 65% de las ramas de los árboles podados en octubre, en tanto, en árboles *hedging* en marzo solamente brotes vegetativos fueron producidos, dándose aquí una reducción del rendimiento mayor. Tanto en Valencia como en Ellendale la longitud de los brotes iniciales del recrecimiento fue significativamente correlacionado con el tamaño de la rama cortada. Los resultados reportan que el tiempo de poda es un importante factor en la determinación de la respuesta de los árboles. Nada se gana cuando se poda tarde en verano-otoño (Bacon y Bevington, 1978).

Borrel y Diaz (1981), trabajando sobre naranja Valencia late, encontraron que la cosecha después de la poda da un mayor número de frutas, esta llega a un incremento del 11, 25.3, 11.3 y 10% respectivamente, en comparación con árboles no podados. En referencia al peso promedio de fruta por árbol, fueron también incrementadas en un 3.95, 8.6, 21.6 y 6.9% respectivamente en plantas podadas. Hay más brotes en ramas podadas que sobre no podadas y ellos son también más vigorosos. El peso promedio por fruta desde los árboles podados permanece casi constante durante los 3 primeros años y decrece en el cuarto año, pero esto no sucede con los árboles no podados. Los árboles podados son menos atacados por pestes y enfermedades, porque el follaje es mejor ventilado y más luz penetra dentro del árbol.

2.4.4 Aspectos a tener en cuenta

2.4.4.1 Epoca o momento de la poda

Juscáfresa, (1967) menciona que, a diferencia de los frutales de hoja caduca, la poda en los frutales de hoja perenne debe realizarse más bien tardíamente. A lo largo de la etapa de reposo invernal, la savia se conserva en una relativa fluidez en movimiento lento, pero constante, que muy difícilmente puede modificarse por medio de esta poda tardía. Esta última tampoco altera el equilibrio de las corrientes de savia, ni es causa tan marcada de la caída de flor o prematura de frutos, como en frutales de hoja caduca.

La poda en árboles adultos debe efectuarse lo más pronto posible, una vez superado el riesgo de heladas y después de recolectada la cosecha, pero antes de que se produzca la floración (González Sicilia, 1968; Ragone, 1996; Zaragoza, et al., 1997). Por lo tanto, no es conveniente retrasar mucho la poda, con la finalidad de que no coincida con una etapa de máxima actividad vegetativa, tal como son la floración y brotación de primavera; aunque, se comprobó repetidamente que la poda en pleno movimiento de savia de los cítricos, no tuvo resultados negativos sobre la vegetación según Larsen, 1942, citado por González Sicilia, (1968) y Rebour, (1969).

Según Johnston y Moore (1953), citado por Morín (1980), si bien las podas ligeras pueden realizarse en cualquier momento, de ser factible debe tratarse de no realizarlas a fines del verano, o en el otoño. Camp, et al. (1961), citado por Morín (1980), citan que la supresión de madera muerta puede ser llevada a cabo en cualquier época del año.

González Sicilia (1968), señala que en árboles jóvenes no hay inconvenientes en efectuar las tareas de la poda de formación en cualquier época, a menos que exista el peligro de que el frío cause daños. En cambio, aquellas supresiones de consideración, deben llevarse a cabo cuando la actividad vegetativa es mínima.

Según Moss (1973), citado por Cary (1981), sugiere que la poda en otoño o invierno puede resultar en un rebrote menos vigoroso, que si la poda fuera llevada en otro momento del año.

La poda antes del rompimiento de la yema, brinda tiempo a los árboles para responder directamente al corte de poda, resultando brotes más frondosos y con mayor capacidad de soportar el crecimiento de los frutos efectivamente (Krajewski, 1996).

El momento de la poda varía según la época de cosecha de la variedad: - las variedades de recolección temprana (Satsumas), en la época que deben podarse como ser febrero-marzo (HN), no tienen problema porque su cosecha ya fue recolectada; - las variedades de media estación, se podrán podar en primavera, si la recolección se realiza pronto; - las variedades tardías y de media estación que se retrasa su recolección, se efectuará la poda recién a principios del verano (González Sicilia, 1968 y Villalba, 1996).

Krajewski (1996), señala que en los cultivares tempranos, los árboles pueden ser podados tan pronto como sea posible después de la cosecha, asegurándose de que no exista riesgo de heladas. Sin embargo, con cultivares tardíos tales como selecciones de Valencia (Deltas, Midknights), ocurre el rompimiento de yemas mientras la fruta está todavía en el árbol. Estos pueden ser por lo tanto solamente podados en primavera como lo más temprano. Esta es una razón por la cual los efectos benéficos de la poda de invierno, son visibles el mismo año en cultivares tempranos, pero solamente llegan a ser aparentes en cultivares tardíos después de 2 o 3 años de podas continuas. Un interesante punto es que los cítricos, deberían ser solamente podados para acentuar una brotación que ocurriría naturalmente en esta época del año.

Según Zaragoza, et al. (1997), trabajando sobre la variedad Satsuma Clausellina, concluyó que las podas efectuadas entre floración y cuajado son las más efectivas, ya que tienden a incrementar significativamente el diámetro de los frutos, pudiendo llegar así hasta los 3 mm con relación a los no podados. Sin embargo, se reduce el rendimiento en un 35-40% a diferencia de lo obtenido por el testigo, esto no impide ejecutar la poda debido a que el aumento en la calidad justificaría la pérdida de rendimiento.

2.4.4.2 Intensidad de la poda

Ragone (1996), menciona que los cortes básicos de la poda son el desbrote y el despunte, los cuales son realizados con objetivos diferentes: a) desbrote: se llama así a la supresión total de los brotes de las ramas o troncos, para lograr un mayor crecimiento de los restantes, obteniéndose de esta manera una planta más grande, abierta y con una buena iluminación en el interior de la copa; b) despunte: llevado a cabo para eliminar la dominancia apical y favorecer la brotación lateral, lo que forma de este modo un árbol más compacto.

Quizás, la época más adecuada para evaluar si el grado de intensidad fue el oportuno sería a principios de verano, cuando se pueda observar el vigor de la segunda brotación. Con respecto a esta, sería aconsejable verificar la respuesta de los árboles a la poda. Por lo tanto, un número abundante de chupones expresa que la poda realizada fue muy severa, en cambio, una vegetación débil demuestra que la poda fue deficiente (González Sicilia, 1968 y Villalba, 1996). También factores fundamentales como el riego, fertilización influyen y alteran los resultados de la poda (González Sicilia, 1968).

Villalba (1996), cita que el realizar podas excesivas en el periodo juvenil, puede ser negativo por un conjunto de efectos perjudiciales como ser: a) extender la etapa juvenil; b) retrasar la entrada en producción, en árboles comúnmente improductivos; c) en árboles que han comenzado a producir, puede descender su rendimiento e incluso alcanzar a detenerse.

Loussert (1992), señala que la intensidad de la poda depende de una serie de factores, entre ellos: -vigor y apariencia del conjunto de la vegetación (la severidad tendrá que ser inversamente proporcional al vigor); -especie y variedad; -edad de la plantación; -productividad. Existen algunos principios sobre este tema, los cuales hay que tenerlos presentes:

- a) árboles vigorosos en su conjunto: la poda general será ligera;
 - las brotaciones débiles (menos numerosas), serán podadas ligeramente ;
 - las brotaciones vigorosas (más numerosas), serán podadas medianamente.
- b) árboles poco vigorosos en su conjunto: la poda general será severa;
 - las brotaciones débiles (más numerosas), serán podadas de medianamente a severamente;
 - las brotaciones fuertes (menos numerosas), serán podadas severamente.

Existen también otros factores que estarían influyendo en la intensidad de la poda:

- cuando las condiciones de cultivo son, o se presume que serán malas, como también si se entiende que la próxima cosecha es importante, la poda debe ser más severa,
- en cambio, si las condiciones del cultivo se sospecha que van a ser buenas, al igual que haya sido antecedida por una cosecha muy elevada, la poda será más ligera.

Según Rebour (1969), las podas ligeras deben ser consideradas como las más favorables, pero para ello deben darse ciertas condiciones como ser: suelo muy fértil, fertilización adecuada, distancia entre árboles suficientes y permanentes cuidados del cultivo, la falta de éstas llevan a efectuar podas severas. Por ejemplo, a mayor densidad de plantación más severa será la poda, debido a que la intensidad de la misma es inversamente proporcional al vigor de las plantas de las diferentes especies y variedades. También a mayor fertilidad de la variedad, más intensas serán las podas.

Jova, citado por Borrel y Díaz (1981), menciona que: la poda de plantaciones de naranja madura y densas, debería ser intensa el primer año, dándose después una reducción del rendimiento, el cual en el peor de los casos podría alcanzar a un 25%. Pero al próximo año, el efecto de la poda ya sería beneficioso, y si el árbol es vigoroso un incremento en el rendimiento sería esperado en el segundo año.

La poda severa incrementa el tamaño y contenido de jugo de la fruta y disminuye los sólidos solubles y la acidez, particularmente en la primera cosecha después de la poda (Phillips, 1984).

Según Krajewski (1996), hay que usar muchos cortes livianos más bien que pocos cortes severos dondesea posible, esto tiende a diluir el vigor del recrecimiento respondiendo entre un mayor número de rebrotes.

2.4.4.3 Frecuencia de la poda

En Italia la poda está en el segundo rango, después de cosecha, entre las prácticas de cultivo que más pesan en los costos de producción de fruta cítrica. Debido a la progresiva escasez de trabajo práctico y al crecimiento de los costos, esta importante práctica es desempeñada en un intervalo de tiempo cada vez mayor (Giametta, 1983, citado por Giametta y Zimbalatti, 1992).

Juscáfresa (1967), haciendo referencia a los frutales de hoja caduca principalmente, menciona que en todas las especies la poda debe ser anual. El hecho de no realizarla hace que según su forma de fructificar, pueda convertirse fácilmente en alternante. Al no podar anualmente, estará la necesidad de suprimir ramas de gran grosor, que modifican en parte el equilibrio vegetativo y producirá también heridas grandes. La situación anterior, provoca la emergencia de chupones que si no son eliminados tempranamente, consumirán las reservas destinadas a la formación de ramas o producción de frutos.

Según González Sicilia (1968); Rebour (1969); Zaragoza y Alonso (1981b); Ragone (1996); Villalba (1996), señalan que cuanto más espaciadas se realicen las tareas de poda, mayor será la severidad, más grandes las heridas o daños que sufre la planta, lo que puede ser vía de entrada de enfermedades. También, mayor será el tiempo que habrá que dedicarle para su eliminación, todo lo cual se transformará para ese año en un incremento en los costos del cultivo.

González Sicilia (1968); Rebour (1969); Villalba (1996), mencionan que las podas poco frecuentes o periódicas en determinadas variedades, acentúan el problema de

la vecería. Esto conduce al árbol a producir madera o fruto, años con altas cargas hacen que el vegetal se vaya agotando cada vez más. En tanto, los periodos de baja producción se extienden cada vez más con la edad, por ejemplo árboles que fructificaban abundantemente cada 2 años al principio, ahora lo hacen cada 3 años y después cada 4 años, etc. (González Sicilia, 1968). Villalba, (1996) refiriéndose a que si la poda se lleva a cabo anualmente, los cortes son menos severos, el tiempo que habrá que destinarle será también menor, y por lo tanto el árbol se ve menos castigado.

Rebour, (1969) señala que, la poda periódica debe ser sustituida por una poda anual, para prevenir esas amplias fluctuaciones de producción. El hacer un esfuerzo más regular, posibilita que pueda ser realizada durante más tiempo, dicho de otra forma se alarga la vida económica de la plantación.

En el caso de las mandarinas Satsumas y Clementinos, éstos se tienden a podar anualmente. En cambio, en las naranjas existe mayor desacuerdo en este sentido (Zaragoza y Alonso, 1981b; Villalba, 1996).

Según Zaragoza, et al. (1997), sobre experiencias propias en variedades de naranja Navelate y mandarina Clementina de Nules pudieron evidenciar en las plantas, que a lo largo de los primeros 5 años fueron muy poco podadas (quitándose solamente algunos chupones), que aquellas entraban en producción mucho antes, dando más cosecha y formando una copa más voluminosa a diferencia de las que fueron podadas anualmente.

Trabajando sobre árboles adultos de naranja Salustiana (*Citrus sinensis* Osb.), se observó el tiempo consumido durante 7 años, podando a diferentes intervalos: anualmente, cada 2, 3 y 6 años. Esto muestra el ahorro en el costo del trabajo manual cuando la poda no es hecha anualmente, según el tiempo promedio consumido por año. La poda frecuente resulta en una reducción del rendimiento. El menor intervalo de frecuencia daría no solamente mejores rendimientos, sino que también disminuiría los costos culturales, sin reducir el peso y el diámetro de la fruta (Zaragoza y Alonso, 1981a).

Beyleveld (1996), citado por Krajewski (1996), menciona que la poda regular de árboles de naranja Valencia de 50 años de edad, resulta en una reducción de la altura promedio del árbol del 30%, un incremento en el rendimiento y porcentaje de exportación, así como también un aumento en el tamaño del fruto.

2.4.5 Poda según las diferentes especies y variedades

Según González Sicilia (1968) y Rebour, (1969) cada especie y variedad de cítricos, presentan sus particularidades respecto a la forma de vegetar y fructificar. Por lo tanto, la poda debe adecuarse a la naturaleza y comportamiento de las mismas. Los mismos autores mencionan que, las especies que tienden a la alternancia como el mandarino, para regular su producción se deben podar fuertemente los años que van a

presentar altas cosechas, asociado también con un raleo de frutos. Por otra parte, se hace referencia a que el mandarino es una planta de limitado crecimiento y con un abundante ramaje, lo que exige podas un poco más fuertes que las otras especies cítricas (Juscáfresa, 1967). Aquellos cítricos que presenten cierta inclinación a producir numerosos chupones, tal es el caso del limonero, naranjo Navel y a veces, el clementino y mandarino; deberán hacerse podas frecuentes, principalmente en árboles jóvenes para que no se utilice gran cantidad de savia en forma innecesaria (Rebour, 1969).

2.4.5.1 Naranjas

a) Sanguineas

González Sicilia (1968); Villalba (1996), señalan que estas son variedades muy productivas, en las cuales prevalece la fructificación sobre el crecimiento vegetativo. Por esta razón, la poda tendrá que restringirse a eliminar ramas mal dirigidas, y ligeros raleos que permitan mejorar la iluminación y aireación. Cuanto mayor sea la fertilidad más severa serán podadas, por ejemplo en Washington sanguínea, que produce por sí sola (Rebour, 1969).

b) Blancas (Salustiana y Valencia late)

Según Villalba (1996), estos árboles presentan típicamente gran vigor, son frondosos, y de hábito de crecimiento abierto, también presentan una cierta inclinación a producir chupones verticales muy vigorosos en el interior de la copa. Con la poda se buscará suprimir aquellas ramas que impidan una buena iluminación en el interior de la copa, así como también ramas que produzcan frutos de pequeño calibre. Igualmente debe vigilarse el desarrollo de las ramas que forman las guías del árbol, realizándose rebajes periódicos, esto ocurre porque son variedades muy vigorosas, de no llevarse a cabo se crearía una competencia que iría en perjuicio de las ramas de producción. Al ser variedades tardías, se podarán una vez cosechada la fruta. La frecuencia e intensidad dependerán del nivel de producción, hay que tener en cuenta que son variedades proclives a la alternancia.

En la variedad Salustiana principalmente, se originan unas brotaciones muy vigorosas (chupones) dentro del árbol, los mismos deben suprimirse al final del verano, previniendo de esta forma el surgimiento de nuevos brotes vigorosos que aparecerían si fueran eliminados en pleno período vegetativo del árbol.

c) Navel (W. Navel, Navclina, Navelate, Newhall, Lanelate)

Estas variedades son generalmente de buen vigor, el hábito de desarrollo es abierto. La poda debe lograr que fructifique tanto en el exterior como en el interior de la copa, para alcanzar esto y permitir además una buena aireación e iluminación, se tendrá que suprimir un número suficiente de ramas internas, y también eliminar ramas laterales tratando de abrir al máximo la copa. En cuanto, a las ramas de producción (faldas), forman un arco que posibilita la reposición de aquellas ramas agotadas y endurecidas, para estas variedades es muy importante esta renovación. La frecuencia va a depender de

la producción alcanzada, según la anterior esta puede ser anual o bianual (Villalba, 1996).

González Sicilia, (1968) señala que los árboles de naranja Navel, son productores de frutos de gran tamaño, por ende no tendrá como propósito realizar podas severas, ya que al reducir el número de frutos, se incrementará aún más su tamaño. Sin embargo, se trataría de conservar con bastante follaje el árbol, pero sin dejar de lado la buena aireación en la parte interna de la copa.

Según Rebour (1969), hay que considerar las características de algunos naranjos, como el Navel y el Hamlin. Debido a que en estas variedades, los chupones producen fruta rápidamente y más tarde se curvan bajo el poder del peso de la cosecha.

2.4.5.2 Mandarinas

a) Satsumas (Owari, Okitsu, Clausellina, Hashimoto)

Villalba (1996), menciona que estos árboles son de mediano o pequeño vigor, y su hábito de crecimiento abierto y llorón. Esto hace que estén bien aireados e iluminados, produciendo de esta forma frutos de calidad en prácticamente todas las ramas de un año. También es una variedad muy productiva que tiende a extenuarse rápidamente, lo dicho anteriormente explica el porque son árboles demandantes en poda. Esta consiste en suprimir anualmente, las ramas envejecidas prematuramente, las débiles y también las más cercanas al suelo. Generalmente, presentan una floración elevada y con un alto porcentaje de cuajado, lo que implica que para lograr frutos de calidad es muy importante un raleo, el cual sería llevado a cabo luego de la caída de junio.

En estas variedades no se alcanzan copas tupidas, además los chupones se transforman rápidamente en ramas fructíferas. También, se deberían podar anualmente y con determinada intensidad para obtener así frutos de mayor tamaño (Zaragoza, et al., 1997).

Las satsumas empiezan a podarse como tarde en enero (HN) y continuando las operaciones durante febrero y marzo (HN) (Zaragoza y Alonso, 1981a).

b) Clementinas

Según Villalba (1996), estos árboles presentan buen vigor y desarrollo de la copa, además su hábito de crecimiento es principalmente abierto, con follaje denso. Normalmente necesitan de podas anuales, orientadas a suprimir ramas secas, débiles y envejecidas o aquellas que dificulten una buena aireación e iluminación interior de la copa.

La severidad de la poda varía según la variedad, en todas aquellas que florecen normalmente todos los años se efectuará una poda ligera. Sin embargo, las variedades que tienen floraciones elevadas en años alternos (Hernandina), la poda a realizarse será más severa.

Las clementinas son podadas casi al mismo tiempo o un poco más tarde que la satsuma. Al ser el tamaño de la fruta un factor de considerable importancia en estas variedades, la poda anual es usualmente hecha con este propósito. También, es

comúnmente severa para facilitar la penetración de luz dentro del árbol (Zaragoza y Alonso, 1981a).

c) Híbridas

1) Fortune: durante su primera etapa, estas plantas en condiciones normales son muy vigorosas, pero a veces demoran en entrar en producción. Mientras que las plantas adultas se caracterizan por poseer un buen vigor y desarrollo, siendo muy frondosas, produciendo muchas brotaciones. Es aconsejable que los frutos en esta variedad estén protegidos por la vegetación del árbol, ya que son muy susceptibles a accidentes climáticos (humedad, viento y temperaturas bajas). Esto conduce a que la poda tiene que ser muy ligera, eliminando ramas secas, débiles y envejecidas, así como también las más próximas al suelo (Villalba, 1996).

Zaragoza, et al. (1997), señala que la poda no debe suprimir dentro de lo factible las faldas. Esto no se debe únicamente porque es allí donde hay más cosecha, sino que además brindan sustento a las ramas superiores, teniendo de esta manera, menos problemas de quebrado.

2) Ellendale

Villalba, (1996) menciona que, esta variedad en las condiciones de España presenta buen desarrollo, con hábito de crecimiento erecto e irregular. Se debe tratar de realizar faldas por medio del arqueado de ramas. La poda se basará en pinzamientos o cortes terminales de las ramas con desarrollo vertical, teniendo como objetivo lograr brotaciones laterales para cubrir las partes bajas. Para las condiciones de Uruguay esta variedad es muy susceptible al quebrado de ramas.

3) Nova o Clemenvilla

Las plantas son de buen vigor, de tamaño medio y con crecimiento abierto, presentan una forma compacta y con excesivo follaje. Esta variedad para las condiciones de España, posee un problema que hay que considerar, que es el rajado de frutos. En las zonas más espesas del árbol se encuentran menos frutos rajados, teniendo que ser la poda ligera, buscando eliminar ramas secas, débiles y envejecidas desde el interior de la planta, para obtener una buena iluminación, aireación y también renovar la vegetación (Villalba, 1996).

4) Ortanique

Según Villalba (1996), éstos son árboles típicamente muy vigorosos y frondosos. La poda en esta variedad deberá ser anual y se realizará suprimiendo las ramas secas, débiles y envejecidas que interfieran con la aireación e iluminación interna de la planta.

2.4.5.3 Limoneros

Juscafresa (1967), refiriéndose a la poda del limonero amargo, menciona que las yemas fructíferas de éste, se originan en algunas variedades en forma alterna en todas las estaciones. Esto, exige a conservar una copa abierta con la cual se pueda recibir la mayor cantidad de luz y aire posible. También hay que tener en cuenta, que las ramas de estos árboles tienden más a la verticalidad que a la inclinación.

El limón “Fino” es podado después de cosechada la fruta en enero, febrero (HN) y el “Verna” desde producción hasta casi todo el año, la poda es hecha durante la primavera y verano cuando la producción es más baja (Zaragoza y Alonso, 1981a).

2.4.5.4 Pomelos

Aquí con la poda de mantenimiento y fructificación se limita a realizar raleos dentro de la copa y lograr la máxima vegetación exterior posible. A diferencia de los limoneros, son menos demandantes de poda, principalmente en las variedades coloreadas. En tanto, hay que tratar que las ramas principales no estén desprovistas de hojas y brotes, debido a que la madera del pomelo es muy susceptible a quemaduras por golpes de sol (Villalba, 1996).

2.4.6 Algunos otros efectos de la poda

2.4.6.1 Luz y fotosíntesis

La cantidad de luz interceptada por las hojas determina la producción potencial. La intensidad de luz dentro de la copa del árbol, decrece drásticamente con la distancia desde la periferia exterior a causa del sombreado por hojas exteriores (Heinicke, 1975, citado por Phillips, 1978).

Bennet y Coggins, (1984) en un experimento sobre naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck) y con limón Lisbón (*Citrus limón* Burn) en dos ambientes diferentes, encontraron que la tasa fotosintética por unidad de área, fue significativamente más baja en brotes fructíferos con respecto a brotes no fructíferos. El área foliar por brote fue sustancialmente más grande en brotes creciendo sin fructificar en primavera, que brotes fructíferos en primavera. Así, los primeros tienen un potencial mayor para la interceptación solar que los brotes fructíferos, y además la tasa fotosintética en brotes sin frutos no es más baja que en los brotes con frutas. Queda claro que los brotes sin fruta deberían producir más fotosintatos que los brotes con frutos.

Según Lenz (1978), en un trabajo sobre plantas de *Citrus madurensis* (Lour) creciendo en arena a diferentes temperaturas de raíces, observó que las hojas de plantas con frutas tienen una tasa fotosintética más alta que las hojas de plantas sin frutas.

La actividad fotosintética de los cítricos se satura a relativamente bajas intensidades de luz de 600 a 700 PAR (Syvertsen, 1984; Vu y Yelenosky, 1988 citados por Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996), lo cual es alrededor de 30% de toda la luz solar. Sin embargo, en las plantaciones estos niveles de PAR son logrados solamente por pocas horas y en las capas externas de la copa.

En dos ensayos sobre árboles de manzana se estudió la penetración de la radiación fotosintéticamente activa (PAR). En el primero se podaron los árboles en verano (agosto, HN.) y en dormancia. En el segundo, los árboles fueron podados en invierno, verano y en verano e invierno. En el primer experimento, la poda de verano causó una reducción en la penetración de PAR en la posición interior durante el siguiente año. Esta también deprime PAR aprovechable desde 36 a 26% en los 50cm. Las diferencias en PAR entre tratamientos llegan a ser menores hacia la periferia del árbol y fueron no significativas (Porpiglia y Barden, 1981). Incrementos en PAR en todas partes de la copa del árbol son frecuentemente citadas como una ventaja de la poda de verano durante la corriente estación (Tukey, 1964; Stembridge, 1977; Utermark, 1977; citados por Porpiglia y Barden, 1981). Estos datos sin embargo, muestran que la penetración PAR puede ser reducida durante el año siguiente a la poda de verano. En el segundo experimento, el efecto de la poda en la etapa de dormancia en la penetración de PAR llega a ser evidente. Desde el rompimiento de yemas hasta tarde en mayo (HN), los niveles de PAR declinan desde 90 a 65% del PAR aprovechable a los 250 cm del tronco en árboles podados en dormancia y desde 88 a 48% en árboles no podados en dormancia. En contraste, la tasa y el total de reducción en PAR a los 50 cm fueron similares por ambos tratamientos de poda en mayo (HN). Es claro entonces que, la poda en dormancia tiene un efecto más grande en el exterior de estos árboles con respecto a los niveles PAR. Aquí, es evidente que diferentes tipos de poda así como momentos podrían afectar la penetración de PAR, la cual a su vez puede afectar la morfología de la hoja.

Iwagaki, (1981) cita que la intensidad relativa de la luz (RLI) en la copa de los árboles, fue más alta en la parte exterior y declina establemente hacia el interior de la copa. Al aumentar el volumen de la copa, el porcentaje de fruta aumentó en la región de baja RLI. Más del 50% de la fruta se distribuyó en la región del árbol donde la RLI era menor al 40%. Los árboles más grandes mostraron que debido al incremento de la copa, la luz se deterioró en la parte interna y el volumen de la copa con baja RLI aumentó. En relación con la RLI y la calidad de fruta, los árboles deberían ser mantenidos pequeños y compactos para lograr una ventaja en la calidad de la fruta.

En cítricos el desarrollo de la copa densa en el exterior del árbol, resulta en una pequeña penetración de luz más allá del primer metro de profundidad de la copa (Green y Gerber, 1967, citado por Otto, 1979).

El mismo autor trabajando sobre plantas cítricas, las cuales fueron defoliadas para obtener medidas de la penetración de la radiación, encontró que la defoliación tiene un efecto menor sobre la penetración de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en

una copa densa (inferior a 50% de defoliación), que la misma cantidad defoliada en una copa abierta. Este modelo también fue demostrado en manzana por Heinicke (1963 y 1964), citado por Otto, (1979). Incrementos en la penetración PAR fueron relativamente pequeños a bajos niveles de defoliación, mientras que la penetración aumenta rápidamente por encima de 40 a 50% de defoliación.

El número de hojas y el área foliar tiende a variar con el tamaño del árbol (diámetro de la copa), pero el índice de área foliar (IAF) y la relación área foliar/área copa (LAC) varían independientemente. A baja densidad foliar, la penetración PAR fue lineal con estas dos últimas, en cambio a alta densidad fueron mostradas algunas inconsistencias. Esta relación no lineal podría apuntar a muchos factores, incluyendo posiblemente la desviación de la luz desde alrededor de los lados de la copa y de grupos de hojas, que permiten solamente alguna penetración directa de la luz solar.

La cantidad y calidad de fruta es afectada por la posición de ésta en el árbol. En general, los sectores superiores de la copa expuestos al sol rinden más fruta de mayor calidad que los sectores más bajos sombreados o interiores de la copa (Reitz y Sites, 1948, citados por Syvertsen y Albrigo, 1980). Específicamente, las naranjas desde el sector sur de la cima de la copa tiende a tener más alta concentración de sólidos solubles y un más alto contenido de jugo (Reitz y Sites 1949, 1950a y 1950b, citados por Syvertsen y Albrigo, 1980) que fruta desde otros sectores.

Syvertsen y Albrigo (1980), estudiando el efecto de los diferentes sectores del árbol, el cual fue dividido según altura, profundidad y dirección. Observaron que al mediodía en la zona abaxial la superficie de la fruta expuesta al sol fue tanto como 12°C por encima de la temperatura del aire, mientras que en la zona adaxial (sombreada) la superficie de la fruta fue 7°C por encima de la temperatura del aire. La fruta desde el hemisferio abaxial tanto de las posiciones exteriores como interiores de la copa, fueron significativamente más pequeñas y tenían más bajo porcentaje de jugo que las del hemisferio adaxial.

Los sectores de la cima (N y S), sus rendimientos fueron significativamente mayores que los sectores inferiores. El peso total de fruta desde cada uno de los cuatro sectores del medio y los sectores S y E inferiores fueron significativamente mayores que aquellos desde los sectores inferiores del N y O. El peso promedio/fruta no fue diferente significativamente entre cualquiera de los diez sectores. Los sólidos solubles desde el sector medio sur fueron significativamente más altos que aquellos desde los sectores restantes, los cuales fueron todos uniformemente bajos, allí no hubo diferencias significativas entre la fruta interior de los diez sectores. La fruta exterior tenía significativamente menor peso, más alto brix y más bajo porcentaje de ácido que la fruta del interior. Esto resulta en un más alto ratio de las frutas exteriores que las interiores. El ranking del ratio desde el mayor al menor correspondió a las posiciones de la cima de la copa hasta las inferiores. Generalmente, la fruta de la cima copa tiene menor porcentaje de acidez. Brix y el porcentaje de jugo no muestran un patrón consistente que pueda ser asociado con la posición de la copa.

2.4.6.2 Sanidad y otras consideraciones

Krajewski, (1996) señala que después de la poda, los volúmenes de pulverización pueden ser reducidos y las plagas reciben una efectiva pulverización cubriendo más rápidamente. Sin embargo, la copa más abierta de los árboles puede conducir a una redistribución de las plagas dentro de los árboles.

Además, la fruta es más visible y accesible para cosechar en árboles “abiertos”. La fruta puede ser recogida más rápidamente (aproximadamente un 30%) y con pocas lesiones. El control de la postcosecha decae desde el comienzo en la quinta. La poda exterior de madera muerta reduce la carga de esporas del mayor número de hongos patogénicos y resulta en menores cicatrices, rasguños, oleocelosis y pinchaduras de frutas.

2.5 RIEGO

2.5.1 Definición de riego

Puede decirse que el riego en algunos países encabeza la lista de prácticas culturales enfocadas al suelo, y podría ser definido, como el arte de aplicar agua a las raíces de los cultivos agrícolas, para satisfacer su demanda óptima para crecimiento, desarrollo y rendimiento (Goell, 1992).

El riego se define, como un medio artificial de mantener la disponibilidad de agua en la zona radicular a un nivel óptimo (Goldberg, citado por Amorós, 1991).

Goell, (1992) menciona que, la fisiología del riego puede por lo tanto, ser definida como el efecto del nivel de agua en cualquier lugar de la planta en los sistemas metabólicos. Los cuales son activados o inhibidos por el agua en el curso del desempeño de funciones mayores: mantenimiento de la turgencia y solubilidad, transporte del agua y los solutos, la regulación de la temperatura de la planta, servir además como sustrato para la fotosíntesis y la producción de oxígeno.

2.5.2 Objetivos del riego

Según Davies y Albrigo (1994), el objetivo de un buen programa de manejo del agua, es suministrar suficiente humedad al suelo para reemplazar aquello que es transpirado durante el día. Además, los mismos autores citan a Kriedmann, P. y Barrs, H. (1981) quienes mencionan que otro propósito, es minimizar los perjuicios de los efectos del déficit de agua en el crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta en cítricos.

Por medio del riego se trata de reponer el agua que se evapora en el suelo y que transpira la planta (evapotranspiración), en la medida que estas pérdidas no hayan sido restituidas por las precipitaciones (Buj, et al., 1990).

2.5.3 Introducción

Según Morín, (1980) el agua es un elemento de gran consideración para las plantas, principalmente por dos razones: a) ya que constituye la mayor parte de todos los tejidos vegetales, aunque, su contenido es ampliamente cambiante; b) además es imprescindible en el proceso de asimilación, debido a que los nutrientes para ser absorbidos mediante las raíces necesitan ser disueltos por el agua, para de esta forma entrar al vegetal.

Para tener presente la relevancia del agua, hay que señalar que para crear y desarrollar los tejidos vegetales, se estima que estos requieren 300 litros de agua para formar 1kg de materia seca (González Sicilia, 1968).

2.5.4 Generalidades de los cítricos

Palacios, (1978) menciona que el riego en cítricos, tiene especial interés en zonas donde las precipitaciones están distribuidas irregularmente o porque no logran cubrir las necesidades mínimas para obtener una buena producción. El agua es frecuentemente un factor restrictivo del rendimiento en determinados cultivos y especialmente en cítricos, en lugares donde sus condiciones climáticas, como la alta demanda evaporativa e irregularidad de las lluvias hacen que los recursos hídricos sean insuficientes (Sánchez Blanco, et al., 1989).

Las plantas cítricas necesitan de 1000 a 1200 mm de agua a lo largo de todo el año para vegetar y alcanzar cosechas normales (Palacios, 1978 y Banfi, 1996). No obstante, estas cifras varían según algunos factores como: temperatura, suelo, humedad atmosférica, vientos, heliofanía, edad de las plantas, portainjertos, malezas y prácticas culturales, etc. (Palacios, 1978).

Según Palacios (1978), es importante saber que los cítricos presentan un sistema radicular en forma de cono invertido de entre 3,5 m a 4,0 m de diámetro y de 1,2 m a 1,5 m de altura, a ese diámetro se le puede llamar también “zona dinámica de las raíces” en la cual predominan las raicillas y las mismas se distribuyen en la periferia de la copa, 50 cm hacia afuera y adentro de ella. Hayes (1960), citado por Morín, (1980) menciona que, la absorción se lleva a cabo principalmente por medio de las raicillas o pelos radicales, que se ubican próximo a los extremos del crecimiento de las raíces y raicillas. Hilgeman y Van Horn (1955), citado por Morín (1980), señalan que gran parte de la absorción de agua se da en los primeros 30 cm del suelo (aprox. 33%), y cuyo porcentaje se va reduciendo paulatinamente con la profundidad del suelo, por lo tanto, esto determina la zona a humedecer para lograr la máxima eficiencia o aprovechamiento del agua.

Según Halma, en naranjo Navel; Halma y Beckett, en Valencia, citados por González Sicilia (1968), citan que el crecimiento de los frutos acompañó el nivel promedio de agua comprendida en los primeros 60 cm del suelo.

La mayoría de los cítricos pueden considerarse resistentes a la sequía (Palacios, 1978; Morín, 1980; Davies y Albrigo, 1994; Amorós, 1995), cuando los árboles son maduros. Esto, es debido a una combinación de factores anatómicos y fisiológicos que limitan el movimiento del agua a través de la planta (Kriedmann y Barrs, 1981, citados por Davies y Albrigo, 1994). Las hojas de los cítricos están también adaptadas para conservar el agua. El control estomático de la pérdida de agua, es completamente pobre en hojas jóvenes en desarrollo, pero llegan a ser completamente buenas en las hojas maduras (Syvertsen, 1982, citado por Davies y Albrigo, 1994). Así, las hojas jóvenes son más susceptibles a marchitarse durante el stress de sequía que aquellas maduras.

Estas plantas son también muy demandantes en ciertos momentos, en los cuales es esencial el agua, ellos son: trasplante y arraigo, brotaciones, floración, cuajado y crecimiento de frutos. Por lo tanto, una deficiencia en cualquiera de estas etapas puede afectar negativamente las mismas (Amorós, 1995). Doorenbos y Kassam (1979); Kriedmann y Barrs (1981); Gómez de Barreda, et al., (1982), citados por Castel y Buj, (1988), señalan la evidente variación en la sensibilidad de la producción y la calidad de fruta a la deficiencia del agua, la cual varía según la etapa fenológica de las plantas. En cuanto a esto, sobresalen como etapas "críticas": la fase de floración-cuajado y la etapa inicial del desarrollo de los frutos o la caída de junio. También, la intensidad como la duración del stress hídrico afectan tanto la producción como la calidad de fruta. Palacios, J. (1978) menciona que, los cítricos necesitan entre 600 y 900 mm de agua, durante las etapas de floración y maduración del fruto (lo que corresponde a aproximadamente entre 7 y 9 meses).

Sin embargo, los cítricos pueden citarse además como susceptibles a los excesos de humedad, debido a que en breve, pueden descomponer su sistema radicular, llevando de esta forma a la muerte de las plantas (Morín, 1980).

Con relación a los portainjertos, por ejemplo el naranjo dulce común y el *Poncirus trifoliata* (trifolia) no toleran ciclos prolongados de sequía, en cambio, el limero Rangpur, así como el limonero Rugoso y mandarino Cleopatra son más tolerantes a los déficits hídricos (Palacios, 1978).

Según Hilgeman (1951), citado por González Sicilia, (1968) trabajando con naranja Valencia, para establecer el efecto que causa el riego sobre el número, calidad y tamaño de los frutos. Destacó que: a) hay una tendencia a aumentar el tamaño del fruto, cuando se realizan riegos más frecuentes; b) los riegos de agosto a octubre (H.N.) abundantes, incrementan notoriamente el porcentaje de jugo de los frutos; c) al igual que los riegos deficientes en esa misma época disminuyen considerablemente el contenido de jugo y aumentan el espesor de la cáscara; d) así, excesos de agua en el suelo para ese mismo período, afectan negativamente la cantidad de sólidos disueltos.

El efecto de la variación en el régimen de riego sobre el rendimiento y el desarrollo de los árboles, es acumulativo y lento para empezar a ser evidente. Sin embargo, los cambios en la calidad de frutos pueden ser observados en menos de una temporada (Levy, et al., 1979; Shalhevet y Levy, 1990;), lo cual hace que la comparación de las variables de calidad de la fruta, sea una muy útil herramienta de análisis para una rápida detección de las diferencias entre los efectos de los distintos regímenes de riego (Levy, et al., 1979).

2.5.5 Influencia del riego en cítricos

2.5.5.1 Efecto del riego sobre el sistema radicular

Aquellos cultivos que sean regados desde su inicio, se les debe posteriormente aportar agua en los momentos críticos, puesto que sus raíces se encuentran superficialmente (Palacios, 1978).

Según González Sicilia (1968), trabajando sobre naranjos Navel con diferente frecuencia de riego, no encontró grandes diferencias en el número y apariencia de las raíces formadas. Siendo quizás, los distintos tipos de suelos y subsuelos, quienes determinan fundamentalmente la distribución de las raíces en comparación con el riego.

En un ensayo sobre naranja Shamouti (*Citrus sinensis* L. Osbeck), observaron que las raíces extrajeron agua generalmente desde las capas de 0 a 0,3m y 0,3 a 0,6m. Además, no encontraron cambios significativos en la demanda de agua con ambas podas (raíces y copa) y el mulch durante el invierno. Así, la restricción en el desarrollo de las raíces durante el invierno y verano, el secado del suelo o la poda de raíces no produjeron efectos benéficos (Moreshet, et al., 1988).

Según Zekri y Parsons, (1989) una posible razón para mejorar el crecimiento en los tratamientos de riego O150 y O450, es la distribución de las raíces en relación con el área mojada por los diferentes sistemas de riego. En regiones áridas, las raíces se adaptan al relativamente pequeño volumen de suelo mojado por los goteros (Levin, et al., 1979, citado por Zekri y Parsons, 1989). Sin embargo en Florida, las raíces de árboles maduros no están confinadas en áreas bajo los goteros, el 60 a 90% de las raíces están en los primeros 1,0 a 1,5 m del suelo (Ford, 1952; Castle; citados por Zekri y Parsons, 1989).

2.5.5.2 Efecto del riego sobre el crecimiento vegetativo

La detención del crecimiento del tronco puede ser una buena pauta para señalar las necesidades de riego (Hilgeman y Sharp, 1970; citados por Borba, et al., 1993). El riego abundante produce un mayor desarrollo de la circunferencia del tronco en distintas variedades de cítricos (Hubert, et al., 1954; Koo, 1969; Abdel-Messih, et al., 1977; Heirovitch, et al., 1979, citados por Wiegand y Swanson, 1982).

Según Hilgeman (1977), en un experimento realizado sobre naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osb.), observó que el crecimiento del tronco es el primero en ser afectado en las situaciones de stress y seguido después por la tasa de desarrollo del fruto.

García (1995), menciona que el diámetro del tronco, fue levemente influenciado por los diferentes tratamientos de riego. En condiciones de clima árido, descubrieron que las diferencias en la circunferencia del tronco, comienzan a ser evidentes al tercer año de realizar los tratamientos (Wiegand y Swanson, 1982). En tanto, en condiciones húmedas de Florida se dio al cuarto año de aplicar el ensayo, en las parcelas más regadas el tamaño de los árboles fue mayor (Koo y Hurner, 1969, citado por García, 1995).

El contenido foliar de nutrientes minerales, no fue afectado ni por el nivel como así tampoco por el período de stress (Sardo y Germana, 1988).

Según Davies y Albrigo, (1994) mucho stress de agua inhibe el crecimiento vegetativo y/o el crecimiento de los frutos, causando el engrosamiento y abscisión de las hojas. Hilgeman, (1977) comparando frecuencia y cantidad de agua aplicada, encontró que el crecimiento vegetativo aumenta con el incremento del riego. Mientras que, los rendimientos fueron comparables en los niveles altos y moderados de riego.

Moreshet, et al. (1988), en un ensayo sobre naranja Shamouti (*Citrus sinensis* L. Osbeck), observó que la poda drástica de la copa no causa cambios en la medición del uso del agua y en el potencial de agua de la hoja. Sin embargo, provoca una inmediata y aguda reducción en el rendimiento.

Según Koo (1969), citado por Borba, et al. (1993), señala que el riego influye en el crecimiento vegetativo de las plantas cítricas, produciéndose una correlación positiva entre el crecimiento de la copa y la cantidad de agua aplicada.

Goell (1992), investigando sobre pomelos jóvenes con riegos óptimos y deficitarios durante los dos primeros veranos, encontró que el crecimiento vegetativo en árboles stresados fue más corto y también más numeroso. Las plantas bajo este tratamiento llegaron a producir más temprano y con mayor número de frutos.

Según Zekri y Parsons (1989), evaluando diferentes sistemas de riego y niveles de aplicación de agua en pomelo Marsh. Hallaron que el peso fresco, el peso seco y el área foliar fueron significativamente mayores en los tratamientos de aspersión por encima de la copa, que en el resto de los tratamientos. El riego por aspersión produce hojas que en promedio son 50% más grandes en peso seco, fresco y área que los árboles no regados. Estos últimos tienen las hojas de áreas más pequeñas y los más bajos pesos secos y frescos. Los anteriores resultados muestran que el riego es benéfico para el pomelo incluso en años de altas precipitaciones (1410 mm). El crecimiento vegetativo es particularmente sensible al déficit de agua. Hay una relación estrecha entre el nivel de humedad y el crecimiento de los brotes, expansión de las hojas y la elongación de los órganos (Leopold y Kriedmann, 1975). La extensión de las hojas es esencialmente susceptible al stress de agua (Day, 1981), siendo esto demostrado al reducirse el tamaño de la hoja en pomelo (Levy, et al., 1978), citados todos ellos por Zekri y Parsons, (1989). Muchos estudios con cítricos muestran que el riego puede incrementar significativamente el tamaño de los árboles (Hilgeman y Sharp, 1970; Levy, et al., 1978; Koo, 1979, citados por Zekri y Parsons, 1989; Wiegand y Swanson, 1982). Aumentos en el área de la copa del árbol son importantes porque al ser más grande el tamaño de la planta, usualmente resulta esto en un mayor rendimiento de fruta (Levy, et al., 1978; Koo, 1979, citados por Zekri y Parsons, 1989).

Davies, et al. (1989), citado por Borba, et al. (1993), pudieron comprobar que un riego óptimo durante la primavera, aumentaba el número de brotes de otoño, cuando se comparaban con plantas que recibieron un riego no adecuado. Aún cuando la cantidad de agua aportada haya sido igual durante el verano.

En un experimento efectuado sobre naranja Hamlin, observó que los árboles bajo un régimen de riego que cubría solo el 40% del área de suelo debajo de la copa, no mostraron diferencias en el crecimiento con el testigo no regado. Aunque, un desarrollo significativo fue encontrado en plantas donde el agua cubría el 70 a 80% del área debajo de la copa (Koo, 1978, citado por Franchi, et al., 1996).

Según Wiegand, et al. (1982), citado por Borba, et al (1993), la frecuencia de riego influye en el tamaño de la copa y como consecuencia afecta la eficiencia de intercepción de la luz.

2.5.5.3 Efecto del riego sobre la producción

González Sicilia, (1968) señala que la etapa de floración y brotación son críticas y en ellas no puede faltar el agua, ya que esto podría causar un retraso en la brotación y, si la misma se prolongara podría provocar la anulación de la misma. Estas plantas al entrar en la fase de pleno crecimiento, tienden a brotar y florecer, de forma que una demora excesiva en el riego puede causar una floración fuera de tiempo, principalmente en el limonero, limero y naranjos sanguíneos y bernas; que son propensas a refloreecer;

esto no tiene gran influencia en las dos primeras especies, pero en cambio, en el naranjo debe prevenirse este hecho para no provocar desequilibrios en la planta y producir frutos “temporones”. Durante la floración es habitual sugerir no regar, con el fin de no crear un corrimiento de flores, aunque esta relación no está bien determinada.

Según Castel y Buj, (1988) trabajando sobre naranja Salustiana, encontraron que los diferentes tratamientos de riego, no afectaron significativamente la floración, cuajado, ni la caída de junio, por lo que la fracción de frutos que llegan a la cosecha oscila entre el 10 y 19% de las flores iniciales. Los efectos de los tratamientos sobre la producción fueron algo variables según los años, presumiblemente debido a la diferente pluviometría.

Sometiendo el limón Verna a distintas frecuencias de riego, se observó que situaciones de déficit hídrico producen una floración más intensa y temprana. Se notó un claro efecto del riego sobre la caída de frutos jóvenes, dándose los valores más altos en el tratamiento de mayor frecuencia de riego, lo cual puede deberse a un mecanismo de ajuste del propio árbol, ya que el mismo fue el más productivo en dos de los tres años estudiados (Sánchez Blanco, et al., 1989b).

Según Coit y Hodgson, citado por González Sicilia (1968), mencionan que las raíces deben equilibrar el gasto de agua que la planta provoca. En tanto, que si aquellas no cubren las pérdidas se originará una falta de humedad que dará lugar a una caída anormal de frutos jóvenes. Esta es una manifestación de la autorregulación de la planta a mantener únicamente aquel número de frutos que pueda alimentar.

El área de suelo regada bajo la copa de las plantas, es un factor de consideración con relación a la producción de fruta. Por lo tanto, una mayor área cubierta trae como consecuencia una más elevada producción de fruta (Koo, 1978, citado por Borba, et al., 1993).

Palacios (1978), señala que si se riega mínimamente para prevenir el marchitamiento y posteriormente luego de haber superado el riesgo de heladas y antes de la floración, se le suministra agua abundantemente, para de esta manera garantizar una buena floración y un mayor prendimiento de la fruta.

Trabajando sobre naranjo Washington Navel, observaron que los riegos frecuentes producen rendimientos más altos con relación a aquellos árboles que reciben riegos de menor frecuencia (Huberty y Richards, 1954, citado por González Sicilia, 1968).

En un ensayo sobre mandarina Satsuma y naranja Washington Navel, se encontraron incrementos del rendimiento de un 22% y 23% respectivamente, en un área de altas precipitaciones con respecto al secano (Constantin, et al., 1975, citado por

Franchi, et al., 1996). Esto también fue observado por Koo, citado por Franchi, et al (1996), para pomelos se vieron aumentos en la producción de 33 a 64%, en Hamlin de 25 a 60% y en Valencia de 25 a 53%.

Según García (1995), evaluando la aplicación del riego suplementario en naranja Valencia, Washington Navel, en mandarina Ellendale y limón. Los tratamientos bajo riego, incrementaron los rendimientos respecto al secano en un 41% para naranja Valencia, 20% para naranja Washington Navel y 29% para limón. Sin embargo, en mandarina los resultados fueron menos consistentes.

El riego generalmente incrementa los rendimientos al aumentar el tamaño del fruto (Koo, 1963; Kriedmann y Barrs, 1981). Así como también, el mismo reduce la caída fisiológica de fruta (Kriedmann y Barrs, 1981) y bajo condiciones áridas mejora la floración y cuajado de frutos. Las citas fueron extraídas de Davies y Albrigo (1994).

El efecto del riego sobre el rendimiento se atribuía exclusivamente a un incremento del peso medio del fruto, debido a que el número de frutos, fue máximo para todos los años estudiados y manteniéndose prácticamente constante (Buj, et al., 1990). Lo cual fue observado también por Fisher (1975), citado por Franchi, et al. (1996); Hilgeman (1977); Wiegand y Swanson, (1982). García, (1995) para otras variedades de cítricos.

Bielorai, et al. (1984, 1985), citado por Franchi, et al. (1996), trabajando en naranja Shamouti (*Citrus sinensis* L. Osb.), observaron sin embargo, que la variación en el rendimiento era provocada por el número de frutos por árbol, no encontrándose diferencia en el peso del fruto entre tratamientos.

Según García (1995), la falta de una tendencia clara evidenciaría que el número de frutos por planta está muy influenciado por otros factores además del contenido de agua del suelo. Buj, A. et al. (1990), concuerda con lo mencionado anteriormente, señalando además que entre esos factores se encuentran la temperatura, nutrición y balance hormonal.

Sánchez Blanco, et al. (1989a), estudiando el efecto del riego localizado y por inundación en la alternancia productiva, encontraron que la misma no logra desaparecer plenamente en ambos tipos de riego. En cuanto, a la intensidad de cosecha está estrechamente relacionada con el agua y no solamente al volumen total aplicado, sino lo que es aún más importante a la frecuencia del riego. Es claro como la eficiencia del riego localizado y sumado a la alta frecuencia, parece evitar alteraciones fisiológicas, debido a períodos de stress en momentos críticos del cultivo capaces de inducir mermas considerables en los rendimientos.

2.5.5.4 Efecto del riego sobre las características externas

El riego sería una de las principales causas de formar frutos pequeños, entre varias medidas de manejo. Puffer (1949), citado por González Sicilia, (1968) concluyó que la variedad Valencia es muy susceptible a la escasez de agua, produciendo frutos de menor tamaño, aún cuando no se observan síntomas de marchitez en el árbol.

Las características de la fruta cítrica, como son su consistente cáscara, baja densidad de estomas y altos niveles de cera en la piel, contribuyen a conservar el agua de los árboles. Numerosos trabajos señalaron que la fruta sirve como reservorio de agua para las hojas durante las condiciones de sequía (Davies y Albrigo, 1994).

Según Zekri y Parsons, (1989) trabajando sobre pomelo Marsh, observaron que la tasa de crecimiento del fruto fue máxima en los meses de junio y julio (HN). El stress de agua entre marzo y julio (HN), han sido demostrados que reducen tempranamente el crecimiento del fruto en naranjas y pomelos (Hilgeman, 1977). Incrementos en el tamaño de los frutos cítricos en respuesta a los altos niveles de riego han sido demostrados por muchos trabajos (Erickson y Richards, 1955; Koo, et al., 1974; Yagev, 1977, citados por Zekri y Parsons, 1989). La reducción de la humedad en el suelo disminuye la tasa de crecimiento del fruto (Hilgeman, 1977).

El riego suplementario en diferentes momentos aumentó significativamente el tamaño promedio de los frutos en todas las variedades estudiadas, obteniéndose los tamaños máximos con riego todo el ciclo y al final del ciclo. Esto resalta la importancia de tener alta disponibilidad de agua durante el verano. Sugiriendo con los datos obtenidos, que el tamaño del fruto es el componente de la producción total más afectado por las condiciones hídricas del suelo (García, 1995). Koo y Hurner (1969), discordando con lo anterior, no hallaron diferencias en el tamaño del fruto a causa del riego. En cuanto a los porcentajes de aumento del tamaño del fruto, en W. Navel fueron superiores a los de Valencia, lo que ratifica los datos obtenidos por Wiegand y Swanson (1984), citado por García (1995), con relación a que los cultivares más tempranos eran en los que se lograba una mayor respuesta.

En un ensayo sobre naranja Washington Navel y mandarina Satsuma Owari de riego suplementario, se observó un aumento de un 29% y 31% respectivamente. Asociado a ese incremento se encontró un significativo aumento en el grosor de la cáscara en ambas variedades. Para naranja Valencia se observó que a medida que se incrementaba la frecuencia de riego, el grosor de la cáscara disminuía (Hilgeman, 1977; Martínez, 1988, citados por Franchi, et al., 1996). Lo mismo fue encontrado en pomelos por (Levy, et al., 1979) y para Clementinas por (Castel, 1993, citado por Franchi, et al., 1996).

Jensen y Halma, citados por González Sicilia, (1968) señalan que, hay una asociación entre la humedad disponible en el suelo y la tasa de desarrollo del fruto, de manera que, un crecimiento uniforme marca la presencia de una adecuada cantidad de agua, aparentemente el limonero responde mejor que el naranjo y el pomelo a esta correlación.

En un trabajo sobre limoneros, se observó que regando cada 15 días se incrementaba el tamaño del fruto más rápidamente a diferencia de regar cada 36 días, aunque si bien las cantidades de agua usadas eran iguales (Jensen, citado por González Sicilia, 1968).

Sánchez Blanco, et al. (1989b), estudiando diferentes frecuencias de riego, encontró que es evidente que el tratamiento menos regado produce frutos más pequeños, debido esencialmente a la disminución en el diámetro ecuatorial. El efecto del riego sobre el espesor de la cáscara y porcentaje de jugo no fue consistente, presentando el riego más frecuente menor espesor de cáscara y así también un rendimiento superior de jugo al igual que el tratamiento con frecuencia media.

Según Del Amor, et al. (1989), citado por Franchi, et al. (1996), en un experimento llevado a cabo en el limonero Verna (*Citrus limón* L. Burm.). Señalaron que el crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto, fue afectado por el régimen hídrico en las tres fases del desarrollo de los frutos. Para todos los tratamientos, el crecimiento del diámetro ecuatorial experimentó un más rápido aumento en la fase II; siendo significativa la interacción tratamiento por tiempo de riego. El déficit hídrico, produce una velocidad de crecimiento menor durante la fase II de crecimiento.

El crecimiento del fruto bajo distintas condiciones climáticas y de suelo, se ve reducido en una similar proporción al disminuirse la cantidad de riego estacional en un 20-25%, y no siempre significan cambios en el porcentaje de jugo, acidez y brix. La fruta tiende a tener más espesor de piel, en relación con su tamaño. Además, la reducción en el riego tiende a reducir aún más el tamaño, con un equivalente ascenso en la acidez y el brix (Goell, 1992).

Borba, et al. (1993), señalan que para las condiciones de Uruguay (Salto), el calibre, altura y peso de la fruta, porcentaje y peso del jugo, acidez, sólidos solubles y ratio, no fueron diferentes ante la aplicación de tres volúmenes de agua en mandarina Satsuma (*Citrus unshiu* Marc).

La fruta puede estar expuesta a periodos breves de falta de crecimiento sin efectos adversos sobre el tamaño final. Esto ocurre, debido a que la fruta no sufre daños irreversibles durante cortos periodos secos y luego crece más rápido que el rango normal (Cohen y Goell, 1984, citados por Borba, et al., 1993).

Según Smoyer (1946), citado por González Sicilia (1968), menciona que aún siendo breve la duración de la sequía, ésta disminuye igual la calidad del fruto. En tanto,

que la escasez de agua en la maduración acelera la coloración del fruto, aunque atrasa la madurez por la relación sólidos solubles/acidez.

En un trabajo sobre mandarina Satsuma, observaron que en la medida que el suelo se conservo húmedo durante el período de crecimiento del fruto y seco durante la maduración, la fruta se coloreó rápidamente (Kuriyama, et al., 1981, citado por Mautone y Ureta, 1995).

Según Bielorai, et al. (1981), citado por Franchi, et al. (1996), el grado de desarrollo del color de la cáscara, baja cuando el riego es aumentado.

Morin, (1980) señala que, fundamentalmente en naranjos y más asiduamente en la variedad Washington Navel, se observan frutos rajados, siendo sus dimensiones variables. Esto hace que el fruto sea descartado comercialmente.

Según Hilgeman (1977), un riego excesivo puede disminuir la calidad de la fruta. El riego, también podría incrementar los problemas con la oleocelosis durante la cosecha.

2.5.5.5 Efecto del riego sobre las características internas

Hay reportes que indican que el nivel de ácidos en las frutas cítricas está relacionado a las condiciones ambientales (Rygg y Getty, 1955; Deszyck y Ting, 1958; Rasmussen, et al., 1966; Newman, et al., 1967; Cary, 1970; Sinclair, 1972; Reuther, 1973; citados todos por Levy, et al., 1978).

La concentración de ácido en el jugo declina durante el desarrollo y maduración del fruto en la mayoría de los frutos cítricos, con la posible excepción de los limones y limas (Levy, et al., 1978).

El riego en general, disminuye el total de sólidos solubles de la fruta y la acidez total, por una dilución de efectos y también incrementa el contenido de jugo (Davies y Albrigo, 1994).

Levy, et al. (1978), evaluando intervalos de riego en árboles de pomelo Marsh seedless, encontraron que el nivel de ácidos en el jugo era más alto en los frutos cosechados desde árboles que sufrieron stress de agua desde el verano. Una lineal correlación fue establecida entre la acidez en el total de sólidos solubles y la temperatura ambiente del aire, estos resultados no hacen concordar con aquellos reportados en naranja. En general, hay una correlación negativa entre la temperatura del aire y la acidez en naranja (Reuther, et al., 1969; Reuther, 1973). Según Rasmussen, et al. (1966), esto significa que las frutas cítricas tienden a madurar tarde y retienen un alto contenido de ácido por un período más largo en áreas frías, con la posible excepción de naranjas de etapas tempranas de desarrollo. Las citas fueron extraídas de Levy, et al. (1978). Este mismo autor, señala que la disminución del ratio fue más pronunciada por frutas

cosechadas desde el tratamiento regado menos frecuentemente, el cual muestra los efectos después del stress de agua de verano.

Según Sardo y Germana (1988), trabajando en naranjas del cultivar Tarocco y con 4 periodos de stress de agua. Concluyeron que la calidad es fuertemente afectada por el periodo de stress impuesto (acidez, grados brix, espesor de cáscara aumentaron, en tanto que el porcentaje de jugo bajó), siendo los más sensibles los periodos 2 y 3 (julio y agosto respectivamente, H.N.). En cambio, el rendimiento después del periodo 1 (etapa de cuajado de fruto) no fue influenciado por el periodo de stress. El total de sólidos solubles y ácidos (ratio) dan resultados erráticos, así confirmando la crítica revelada por Sinclair (1961), citado por Sardo y Germana (1988), en la inconsistencia de los parámetros del ratio.

Castel y Buj (1988), mencionan con relación a la calidad de fruta, que los tratamientos de riego no afectaron el contenido de jugo, ni el de pulpa, pero sí el contenido de azúcares, ácidos y el espesor de la cáscara. En los tratamientos de déficit, los frutos tenían más azúcares que los del control y tanto más cuanto mayor fue la reducción del riego. Este efecto es bastante conocido en los cítricos como respuesta a la falta de agua (Hilgeman y Sharp, 1970; Kriedmann y Barrs, 1981, citados por Castel y Buj, 1988).

Los tratamientos con riego produjeron fruta con mayor contenido de jugo, menor cantidad de sólidos solubles, menor acidez y mayor ratio, esto último es debido a que la acidez baja en mayor proporción, aumentando esto a medida que se incrementa el riego. El brix es la característica más consistentemente afectada por el riego, dando diferencias significativas en las 4 especies y años evaluados (García, 1995). Koo (1963), observó también que el riego incrementa el porcentaje de jugo. De la misma forma, que se obtiene una reducción de los sólidos solubles totales y la acidez (Koo y Sites, 1955; Wiegand, et al., 1982; Cruse, et al., 1982; Koo y Smajstrla, 1984, 1985). Sin embargo, se halló además que el ratio no fue influenciado por el riego (Hilgeman y Sharp, 1970; Constantin, et al., 1975; Koo y Smajstrla, 1984). Todas las citas fueron tomadas de García (1995).

3. MATERIALES y METODOS

3.1 UBICACION DEL ENSAYO

El ensayo fue realizado en la Estación Experimental INIA Salto Grande, ubicada en la Colonia Gestido, sobre el camino El Terrible, 20 Km al norte de la ciudad de Salto.

3.2 MATERIAL VEGETAL y SUELOS

Este experimento fue llevado a cabo en un monte de naranja Valencia late, de 12 años de edad sobre el portainjerto trifolia (*Poncirus trifoliata* L.). La etapa de campo se extendió desde el 27 de agosto de 1997 al 11 de setiembre de 1998.

El marco de plantación de dicho monte es de 7 x 3.5m, resultando esto en una densidad de plantación de aproximadamente 408 plantas por hectárea.

La parcela experimental se encuentra sobre la unidad Salto, el suelo está catalogado como un Argisol Dístico Ocrico Abrúptico con un horizonte A de 32 cm y con una textura franco arenosa. El área de trabajo ocupa una posición topográfica de lomada alta plana, ligeramente convexa, con menos de 1% de pendiente.

3.3 MANEJO DEL MONTE

3.3.1 Riego

El sistema de riego es por goteo y fue instalado seis años antes de este experimento, en el cual cada árbol cuenta con 4 goteros (autocompensados) de 4 l/hora cada uno.

El criterio para el mismo es aplicar una lámina de riego que mantenga constante un 30% del nivel de deplección del agua disponible del suelo, haciendo un muestreo de la misma con el uso de 2 tensiómetros a profundidades de 30 y 60 cm.

3.3.2 Fertilización y manejo del suelo

La fertilización se realiza basándose en los resultados del análisis foliar que se efectúa anualmente en abril sobre hoja fructífera. También se tiene en cuenta el análisis de suelo que se realiza cada 2 años, en la zona de goteo de la planta a 2 profundidades: 0-20cm y de 20-40cm.

Se efectúan aplicaciones de herbicida post-emergente (Glifosato) en la fila, llevándose a cabo estos tratamientos en primavera y otoño, mientras que en la entrefila se realizan cortes periódicos del encespedado mediante pastera.

3.3.3 Manejo sanitario

Para su prevención o control se realizan los mismos tratamientos convencionales aplicados a un monte comercial. Además, se efectúan aplicaciones especiales para el control de *Phyllocnistis citrella* (minador de la hoja de cítricos) durante las etapas de crecimiento de brotes.

3.4 TRATAMIENTOS

Se evaluó el efecto de dos factores: el factor poda y el factor riego. Los tratamientos surgen de la combinación de ambos, en sus dos niveles: presencia y ausencia. Obteniéndose así los siguientes tratamientos: riego con poda (RP); riego sin poda (RSP); secano con poda (SP) y secano sin poda (SSP).

La poda fue realizada el 27 y 28 de agosto de 1997, consistiendo ésta en una poda liviana de aclareo de ramas, con el objetivo de mejorar la distribución de luz en toda la planta, principalmente en la zona interior del árbol. No se realizaron grandes cortes, ni se cambió la estructura del árbol. Las herramientas usadas fueron tijeras y serrucho pequeño. Estos árboles no fueron podados antes de este ensayo.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con 6 repeticiones para cada uno de los 4 tratamientos, compuesta la unidad experimental por un árbol. El análisis estadístico empleado fue un factorial 2 x 2. El cuadro estaba dividido en plantas de riego y secano, dentro de cada sector de éstos se tomaron 12 plantas al azar homogéneas entre sí (siendo la mitad podadas y la otra mitad sin podar).

3.6 TRABAJOS REALIZADOS

1. Mediciones de volumen de la copa del árbol
2. Seguimiento de las brotaciones
3. Evaluación de la penetración de la luz
4. Obtención del rendimiento y distribución de calibres
5. Análisis de calidad de fruta

3.6.1 Mediciones de volumen de la copa del árbol

A lo largo de un ciclo de producción se efectuaron 4 mediciones del tamaño del árbol, en todas las plantas del ensayo. Las fechas fueron: 28/08/97, 28/05/98, 06/08/98 y 11/09/98. En las cuales se midieron: la circunferencia del tronco a 10 cm por encima del injerto, altura total de la copa, altura de la parte interna (no productiva) del árbol, altura de la pollera, diámetro total de la copa y diámetro de la parte interna del árbol. Estas dos últimas medidas fueron tomadas en ambas diagonales de la planta NE-SO y SE-NO respectivamente. Para el cálculo de volumen total y efectivo de la copa se siguió el criterio de Turrell (1946), asimilándolo a un paraboloides oblatos. La fórmula usada fue la siguiente: $V = \frac{4}{3} * \pi * a^2 * b$

a \Rightarrow radio mayor

b \Rightarrow radio menor = (altura total – altura de la pollera)/2

Con la fórmula anterior se calculó el volumen total de la copa del árbol y el volumen efectivo del mismo, este último se halló restando el volumen total menos el volumen de la zona improductiva o interior del árbol.

3.6.2 Seguimiento de las brotaciones

Se evaluó la longitud y el número de brotes de las distintas brotaciones. Con respecto a la longitud de los brotes, en primavera fue realizada el 27/10/97 sobre tres plantas por tratamiento; mientras que la de verano fue hecha el 18/02/98 en dos árboles por tratamiento y por último la brotación de otoño que se efectuó el 13/04/98 sobre tres plantas por tratamiento. La elección de los brotes fue al azar, tomándolos de toda la zona ecuatorial del árbol. De los datos obtenidos se calcularon: a) longitud promedio de los brotes/planta; b) longitud promedio de los brotes/tratamiento.

En todas las plantas se contó el número de brotes en un cuadrante de 1m², en los 4 sectores de las plantas (NE, SE, SO y NO) en la zona ecuatorial de la misma. La medición en la brotación de verano fue realizada el 18/02/98, en tanto que la de otoño se efectuó el 14/04/98. Con los datos se obtuvo: a) número de brotes promedio total por planta; b) número de brotes promedio total por tratamiento; c) número de brotes promedio por m² por planta; d) número de brotes promedio por m² por tratamiento.

3.6.3 Evaluación de la penetración de la luz

En tres plantas por tratamiento se realizaron mediciones de luz en la fila y entrefila de cada árbol en la parte superior, media e inferior. A su vez, en cada una de estas últimas se midieron cada 25 cm desde el centro del árbol hacia la periferia hasta donde finaliza el follaje. Los datos fueron recabados mediante un Sensor Par Quantum (Licor, USA), que mide la radiación fotosintéticamente activa en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. También se tomó un valor en la entrefila misma, para saber la radiación directa fuera de la planta.

Estas mediciones fueron hechas: 17/11/97, 29/05/98, 03/08/98 y 10/09/98, preferentemente en días nublados.

3.6.4 Obtención del rendimiento y distribución de calibres

La cosecha total fue realizada a mano los días 13 y 14 de agosto de 1998. Con estos datos se obtuvieron diferentes variables de rendimiento por planta, entre ellas los kilogramos de fruta exportable y el porcentaje en kilogramos de fruta exportable; como fruta exportable se consideró toda aquella que fuera mayor a 67mm, sin tener en cuenta el descarte por pudrición, rayado, etc.

La fruta de cada planta fue calibrada individualmente en seis categorías, pesándose y contándose los frutos para cada categoría. La clasificación de las distintas categorías se presenta a continuación:

Diámetro (mm)	Clasificación*
<61.0 mm	Categoría I
61.1 - 67.0 mm	Categoría II
67.1 - 72.9 mm	Categoría III
73.0 - 80.0 mm	Categoría IV
80.1 - 88.0 mm	Categoría V
>88.0 mm	Categoría VI

* Clasificación interna de INIA Salto Grande.

3.6.5 Análisis de calidad de fruta

Este fue llevado a cabo entre el 10 y 12 de agosto de 1998. El mismo se realizó sobre tres plantas por tratamiento, de cada árbol se tomaron 9 muestras que consistían en 5 frutas cada una. Las muestras se correspondían con diferentes sectores de la planta y fueron extraídas de la siguiente forma: parte superior y media, a su vez de esta última se tomaron frutas de las 4 diagonales de la planta, tanto de la zona interior y exterior de las mismas. Los sectores muestreados fueron los siguientes: a) NE exterior; b) NE interior; c) NO exterior; d) NO interior; e) SO exterior; f) SO interior; g) SE exterior; h) SE interior; i) superior.

Los parámetros de calidad evaluados fueron:

- diámetro del fruto (mm)
- peso del fruto (g)
- color de la cáscara
- espesor de la cáscara (mm)
- peso de la cáscara (g)
- color del jugo
- peso del jugo (g)
- porcentaje del peso de jugo
- porcentaje del peso de cáscara
- brix (°)
- acidez titulable (%)
- ratio

En la parte de resultados, se usaron los valores promedios de cada parámetro.

El diámetro del fruto y el espesor de la cáscara se midieron con un calibre (0.1 mm).

Los parámetros de peso del fruto, peso de la cáscara y peso del jugo se determinaron por medio de una balanza (precisión 0.1 g).

El color tanto de la cáscara como del jugo, se evaluaron comparando la muestra con patrones presentes en el INIA, que siguen las reglas internacionales.

El porcentaje en peso de jugo como el de cáscara, surgen de la relación entre el peso de cada uno de ellos, sobre el peso total del fruto* 100.

Se estimó el contenido de azúcares, a través de un refractómetro electrónico. El cual indica la temperatura del jugo en ese momento, para corregirla instantáneamente el valor del brix a una temperatura estándar.

Para la acidez, se incorpora un indicador (fenolftaleína), luego con el agregado de hidróxido de sodio (0.1 normal), se obtiene por medio de la titulación el valor de la acidez.

El ratio es la relación entre el contenido de azúcares y la acidez del jugo.

3.7 ANALISIS ESTADISTICO

Este se efectuó por medio del programa estadístico MSTAT-C versión 2.1.

Los datos fueron analizados usando la función N° 19 Factor y dentro de esta se utilizaron dos modelos de experimentos el número 2 y 5.

Las separación de medias de los tratamientos, se realizó mediante el Test de Rangos Múltiples de Duncan, con una probabilidad de cometer error tipo I de 0.01 (letras mayúsculas) y 0.05 (letras minúsculas).

Mientras las diferencias significativas para evaluar el efecto del riego o de la poda, se efectuaron por medio del Test de T-Student, con una probabilidad de cometer error tipo I de 0.01 (letras mayúsculas) y 0.05 (letras minúsculas).

Los datos que estaban en porcentaje en la distribución de calibres, se le realizaron correcciones por el arcoseno de la raíz cuadrada de esos valores, pasándolos luego a grados. Después de estas correcciones se analizaron estadísticamente.

4. RESULTADOS

A continuación se presentará en esta sección los efectos de los dos factores en estudio: riego y poda, así como el efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de rendimiento, el volumen del árbol y su relación con el rendimiento, el crecimiento vegetativo, la distribución de calibres absoluta y relativa (en kg y n°), la distribución de la luz y la calidad de la fruta en naranja Valencia late.

4.1 VARIABLES DE RENDIMIENTO

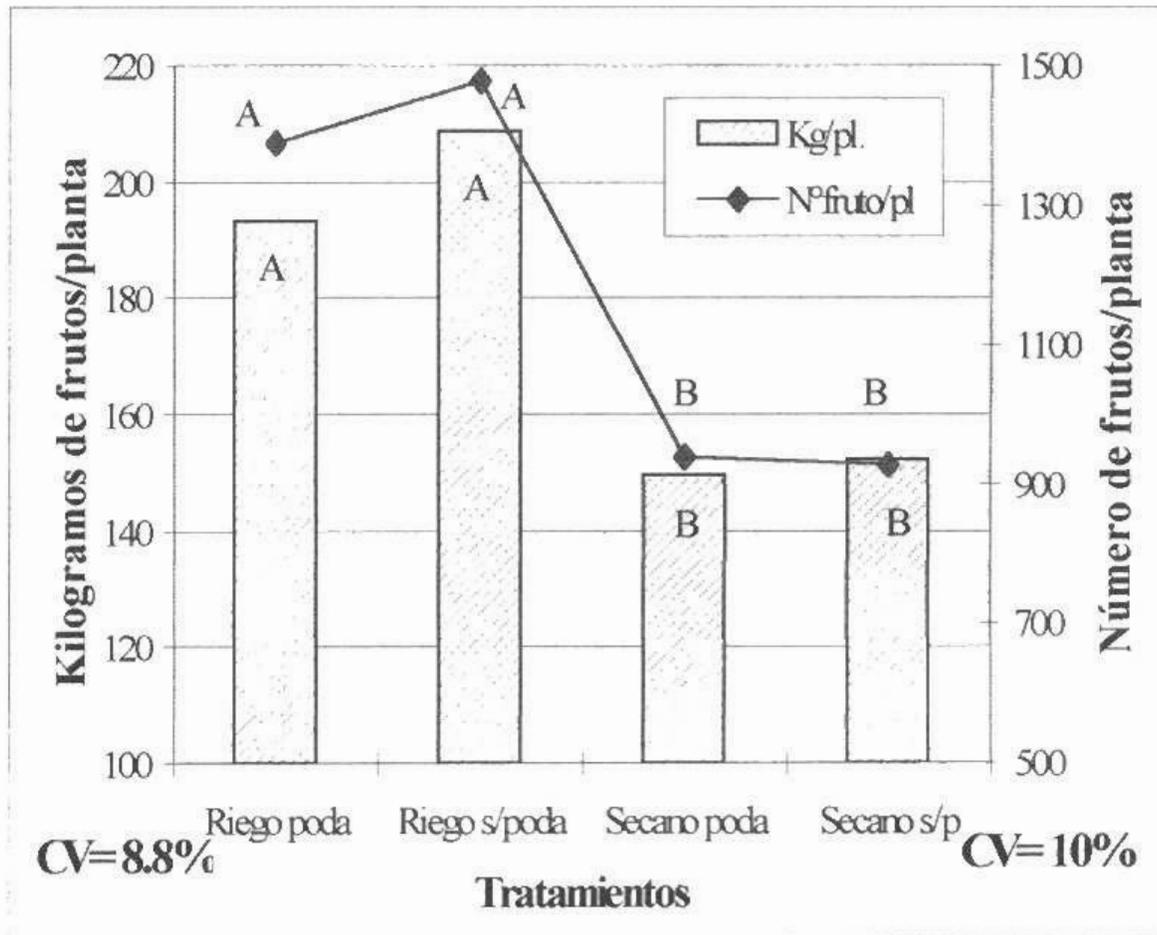
De los factores estudiados: poda y riego, la poda no presentó efectos significativos en ninguna de las variables de rendimiento, así como tampoco se ven interacciones significativas, mientras que el efecto riego-secano se observó en 4 de las 5 variables estudiadas. El riego incrementó significativamente en un 30% aproximadamente los kilogramos de fruta por árbol y en más de un 50% el número de frutos por árbol, en comparación con las plantas de secano. Si bien no se observan diferencias significativas, las plantas podadas muestran menor producción por planta (kilos y números de frutos), (Cuadro N° 1). El tratamiento riego sin poda presentó los mayores valores tanto en kilos como en número de frutos por planta, aunque estos no difieren estadísticamente con el tratamiento riego con poda (Figura N° 1).

Cuadro N° 1- Análisis estadístico de las variables de rendimiento por planta y el peso promedio del fruto para los distintos tratamientos realizados.

	Kg fruto por planta	N° fruto por planta	Peso promedio por fruto (g)	Kg exp por planta	% Kg exp por planta
Riego	200.9 A	1432.9 A	140.8 B	119.8	59.9 B
Secano	150.9 B	934.1 B	162.1 A	120.3	79.9 A
Poda	171.3	1163.6	150.1	115.1	68.7
Sin Poda	180.4	1203.4	152.7	125.0	71.2
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	193.2 A	1387.5 A	140.0 B	116.4	60.6 B
Riego s/poda	208.6 A	1478.3 A	141.5 B	123.2	59.2 B
Secano poda	149.5 B	939.7 B	160.2 A	113.8	76.7 AB
Secano s/p	152.3 B	928.5 B	163.9 A	126.9	83.1 A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

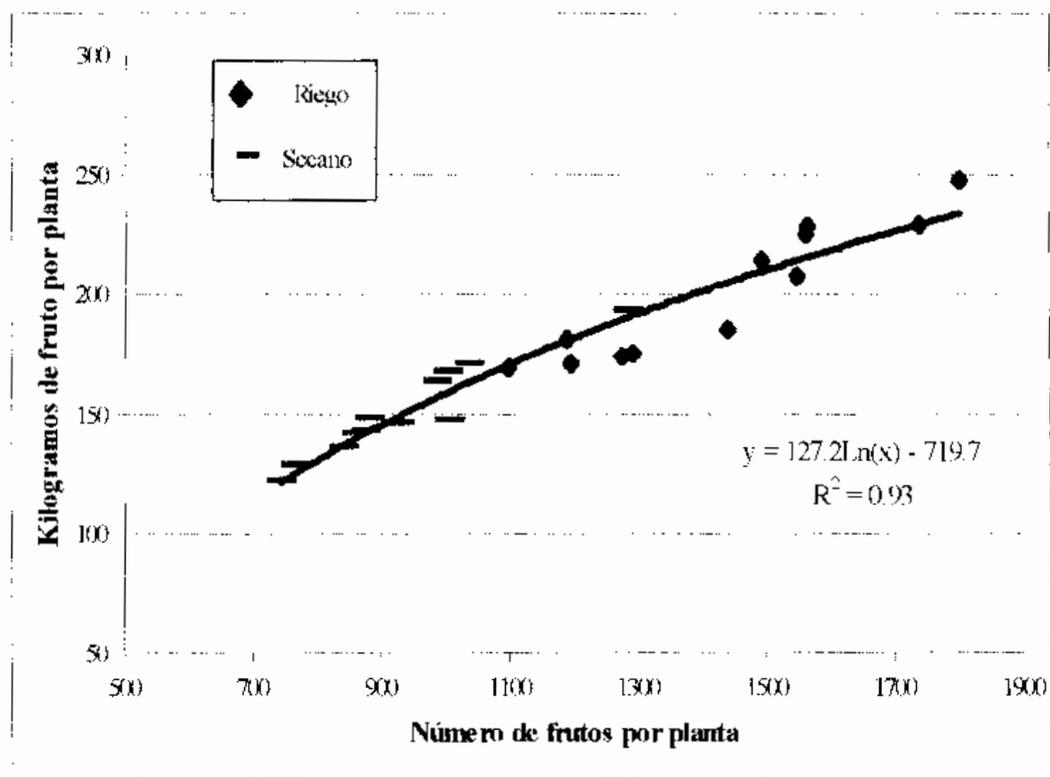
Figura N° 1- Kilogramos y número promedio de frutos por planta para los diferentes tratamientos.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

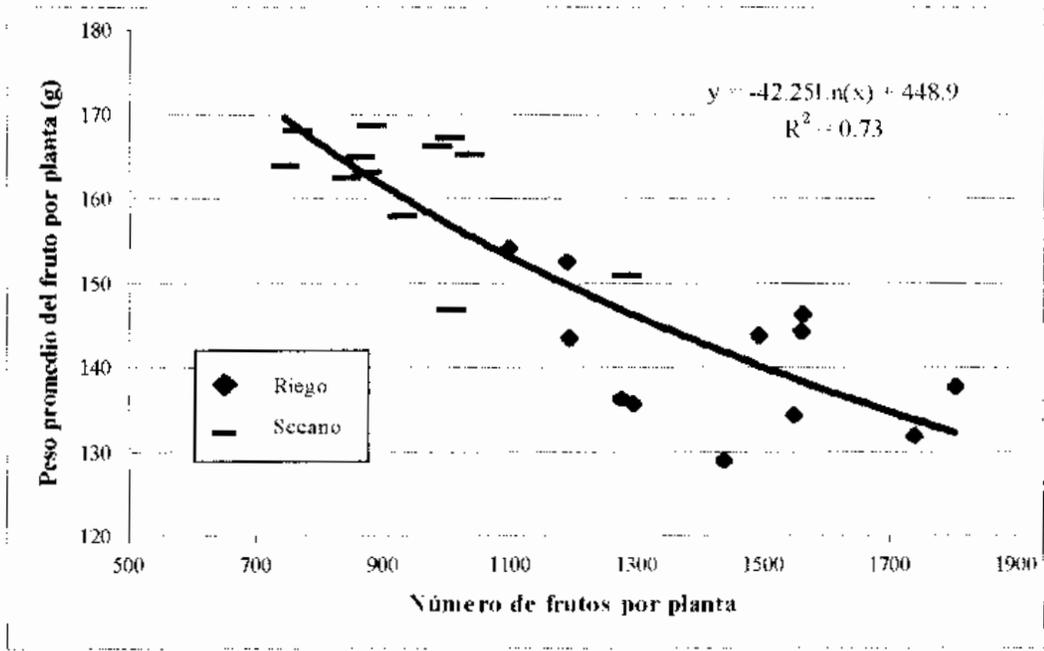
Se realizó una curva de ajuste para los kilos de fruta por planta con el número de frutos por planta, la curva es del tipo logarítmico ($y = 127.2 \ln(x) - 719.7$), donde x es el número de frutos por planta e y son los kilos de fruta por planta. Se aprecia una alta correlación entre ambas variables ($r^2 = 0.93$), para todas las plantas en estudio. Las plantas de riego presentaron mayor número de frutos que las de secano y por lo tanto, también mayor rendimiento (kilo) por planta (Figura N° 2).

Figura N° 2- Relación entre los kilogramos de fruta por planta y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.



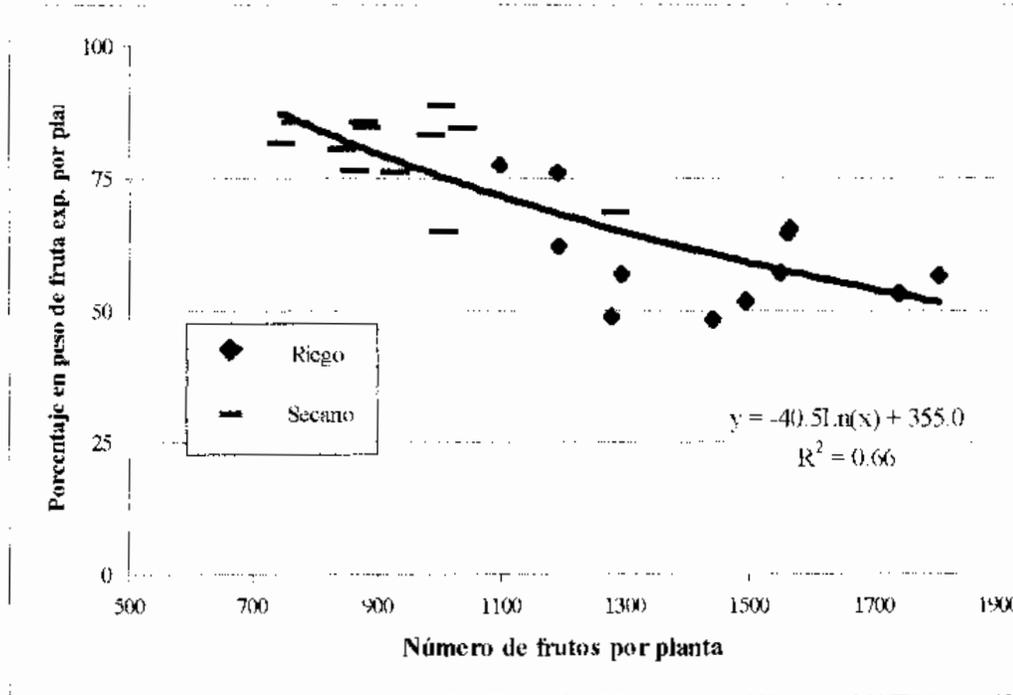
Las plantas de riego produjeron fruta significativamente más pequeña que las de secano, esto puede observarse en la Figura N° 3. El tamaño promedio del fruto se encuentra relacionado con el número de frutos por planta, ya que a medida que este último aumenta el peso promedio del fruto desciende; el coeficiente de determinación (r^2) fue de 0.73. Las plantas de riego al presentar el mayor número de frutos por planta mostraron el menor peso promedio por fruto a diferencia de lo que ocurría con las plantas de secano (Figura N° 4).

Figura N° 4- Relación entre el peso promedio del fruto y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.



Los kilogramos de fruta exportable por planta (mayor a 67 mm), no fueron afectados significativamente por el efecto del riego ni de la poda. Sin embargo, el porcentaje de kilogramos exportables por planta (mayor a 67 mm) varió significativamente. Las plantas de secano tuvieron un 20% más de kilogramos exportables con relación a las plantas bajo riego (Cuadro N° 1). Esta última variable está relacionada con el número de frutos por planta, con un coeficiente de determinación (r^2) entre ambas variables igual a 0.66. Esto señala que al aumentar el número de frutos por planta, el porcentaje en peso de fruta exportable disminuye. Las plantas de secano presentaron el menor número de frutos por planta y por ende, fueron las que tuvieron el mayor porcentaje en peso de fruta exportable (Figura N° 5).

Figura N° 5- Relación entre el porcentaje en peso de fruta exportable por planta y el número de frutos por planta en naranja Valencia late.



La relación entre los kilogramos de fruta exportable por planta y el peso promedio de la fruta, mostró un coeficiente de determinación (r^2) de 0.084, lo cual indica un grado de relacionamiento muy bajo (Figura N° 6). En cambio, el porcentaje en kilogramos de fruta exportable y el peso promedio de la fruta están altamente correlacionadas ($r^2= 0.92$). Puede verse que a medida que aumenta el peso promedio de la fruta, el porcentaje de fruta exportable se incrementa; las plantas regadas presentaron el menor peso promedio lo cual dio también un menor porcentaje de fruta exportable (Figura N° 7).

Figura N° 6- Relación entre los kilogramos de fruta exportable por planta y el peso promedio del fruto en naranja Valencia late.

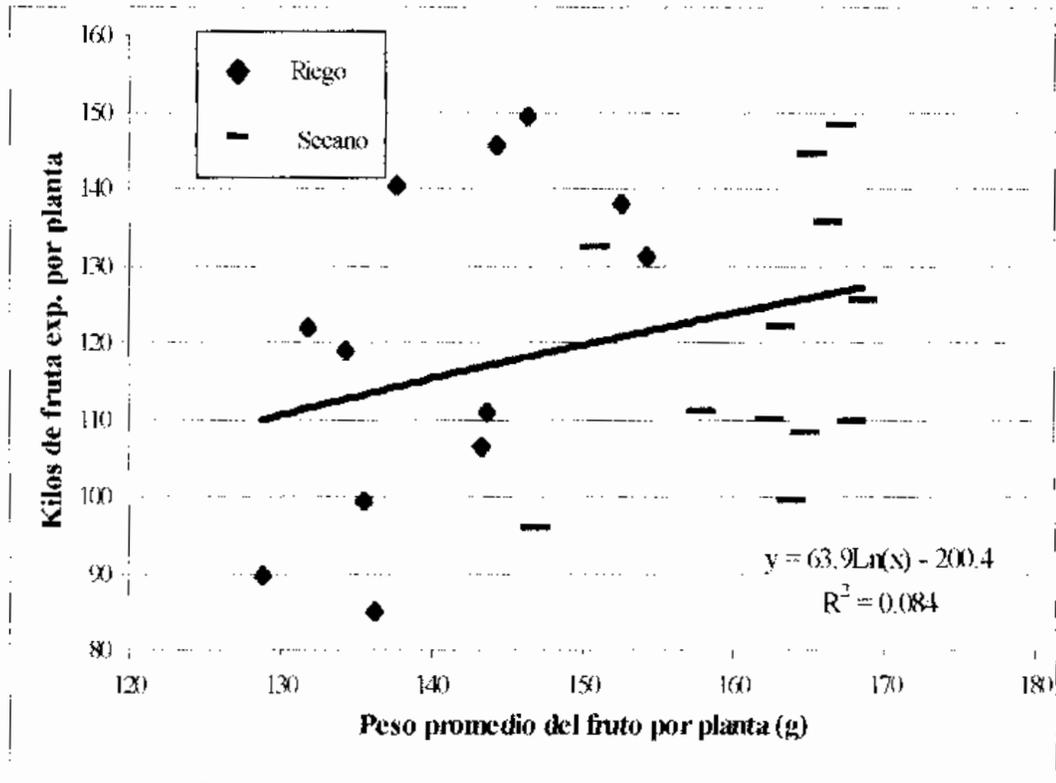
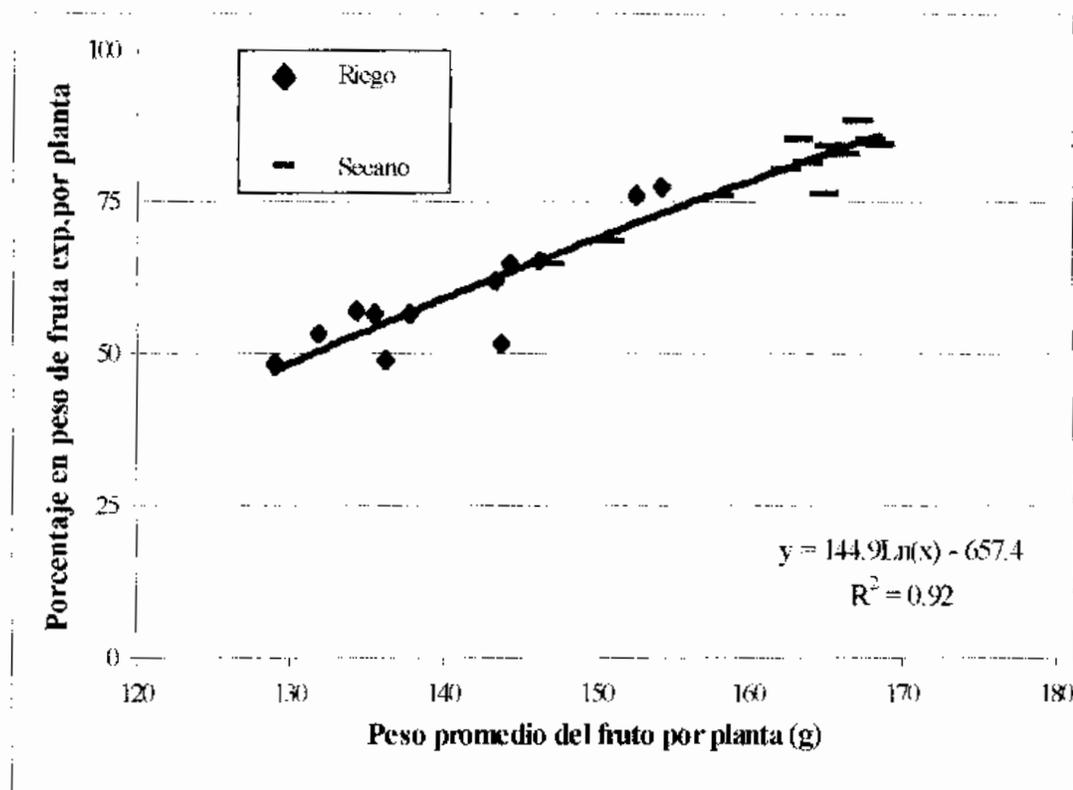


Figura N° 7- Relación entre el porcentaje en peso de fruta exportable por planta y el peso promedio de la fruta en naranja Valencia late.



4.2 VOLUMEN DEL ARBOL Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO

Las dimensiones de la copa del árbol al inicio del ensayo 28/08/97 (enseguida de realizada la poda) se presentan en el Cuadro N° 2. El factor poda no influyó significativamente en ninguna de las variables estudiadas. Sin embargo, los resultados muestran un efecto acumulado del riego-secano en seis de las ocho variables evaluadas. Las plantas bajo condiciones de riego tuvieron significativamente mayor circunferencia del tronco, altura total, diámetro exterior de la copa, así como también el volumen total y efectivo de la copa con respecto a las plantas de secano.

Se observa que las plantas de riego tenían ya inicialmente un mayor volumen total y efectivo en relación con las plantas de secano, esta diferencia fue de aproximadamente 3 m³ y de 3.5 m³ respectivamente, dicho de otra manera el volumen total y efectivo de la copa en las plantas regadas eran en promedio un 39% y 55% superior a las plantas de secano (Figura N° 8).

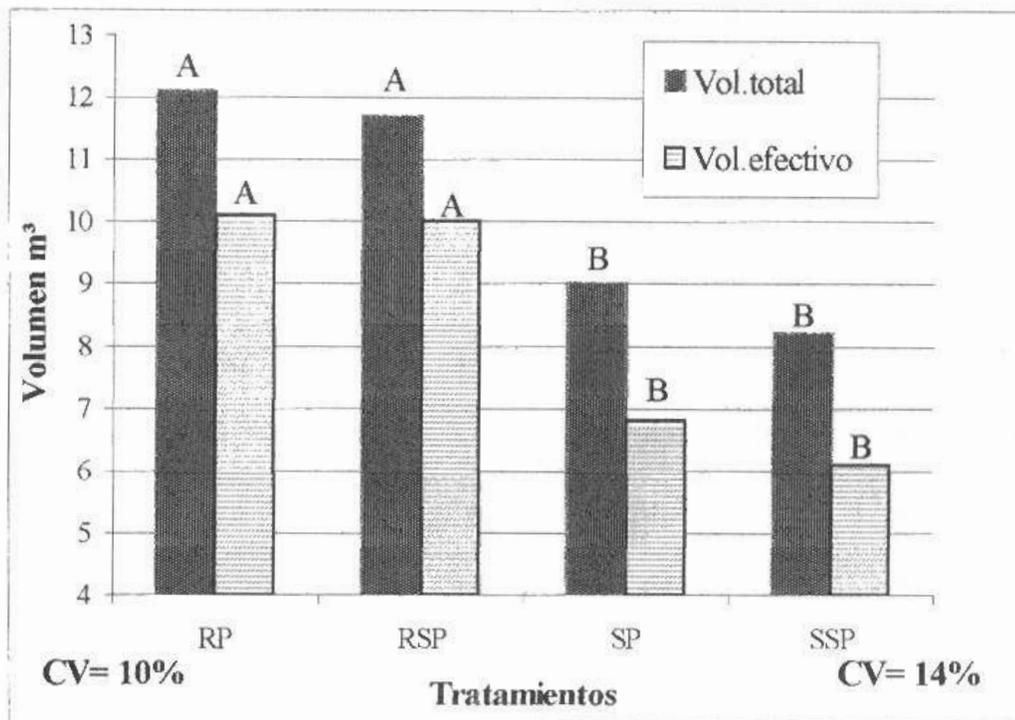
La única variable significativamente mayor en las plantas de secano con relación a las regadas, fue la altura de la pollera del árbol. En tanto, el diámetro interior de la copa y la altura de la parte improductiva de la copa no fueron significativamente diferentes entre las plantas de riego y secano. Los datos con su análisis estadístico se muestran en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2- Análisis estadístico de las variables de volumen de la copa del árbol al inicio del ensayo (28/08/97) de naranja Valencia late.

	Circunf. tronco cm	Altura total m	Diámetro externo m	Diámetro interno m	Altura interna m	Altura pollera m	Vol. tot. Oblado m ³	Vol. efec. Oblado m ³
Riego	33.8 A	2.9 A	3.08 A	1.41	1.79	0.20 B	11.93A	10.05 A
Secano	30.4 B	2.7 B	2.78 B	1.53	1.88	0.26A	8.58B	6.49 B
Poda	32.5	2.9	2.94	1.49	1.85	0.24	10.54	8.49
Sin Poda	31.7	2.8	2.92	1.45	1.81	0.23	9.96	8.05
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	34.2 A	3.0 A	3.07A	1.44	1.83	0.23	12.10A	10.13 A
Riego s/poda	33.4 A	2.9 A	3.10A	1.39	1.74	0.18	11.75A	9.97 A
Secano poda	30.7 B	2.7 B	2.80AB	1.54	1.88	0.25	8.98B	6.85 B
Secano s/p	30.1 B	2.7 B	2.75 B	1.52	1.88	0.28	8.17B	6.13 B

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 8- Volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos al inicio del ensayo (28/08/97) en naranja Valencia late.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Los datos y el análisis estadístico de las variables del volumen de la copa al final del ensayo (11/09/98) se observan en el Cuadro N° 3. Al igual que en el Cuadro N° 2 (a excepción de la altura de la pollera), el principal efecto fue del riego presentando diferencias estadísticas en las siguientes variables de crecimiento vegetativo: circunferencia del tronco, altura total de la copa, diámetro externo y volumen total como efectivo en comparación con las plantas de secano.

El volumen total promedio en las plantas regadas fue de 12.8 m^3 mientras que en secano fue de 9.9 m^3 , lo que hace una diferencia de 2.9 m^3 . En el volumen efectivo ocurrió algo similar al volumen total, donde las plantas bajo riego superaron en promedio en 2.8 m^3 a las plantas secano (Cuadro N° 3).

Al final del experimento las plantas de secano en promedio presentaron una menor diferencia que al inicio del ensayo con las plantas de riego, en cuanto al volumen total y efectivo de la copa, la misma fue de 29% y 38% respectivamente (Figura N° 9).

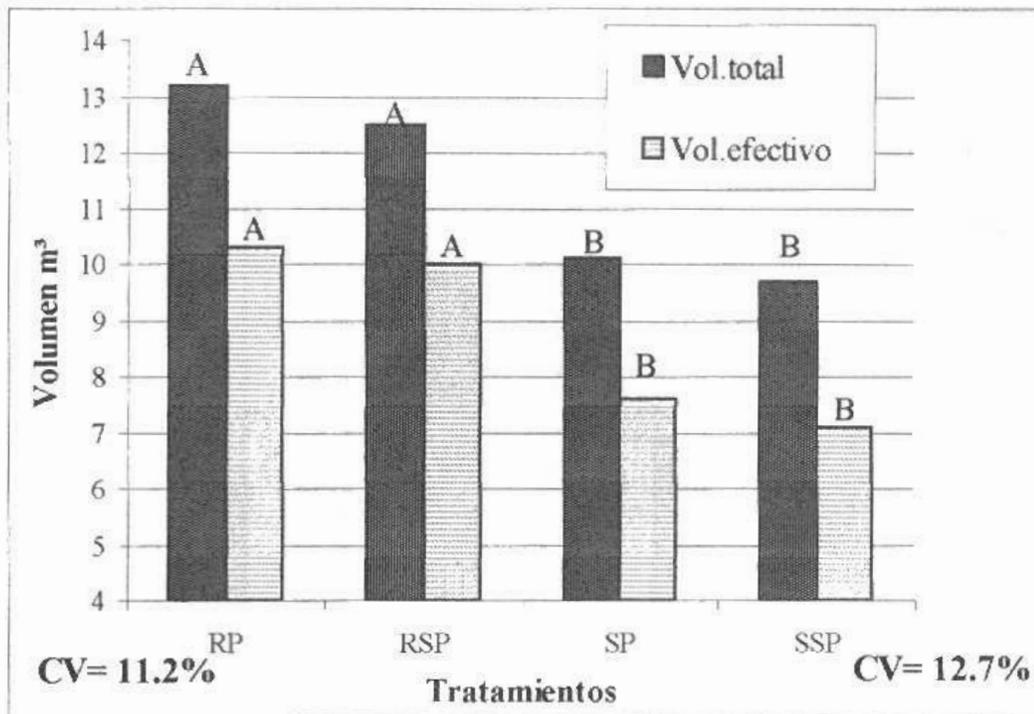
En las demás variables no fueron significativas las diferencias entre las plantas de riego y secano. En la poda, no se observaron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas. Aunque, las plantas podadas tuvieron un leve incremento en la circunferencia del tronco y altura total. Hubo sin embargo, una interacción riego-poda en la altura de la parte interna o improductiva de la copa con una $p \leq 0.025$ (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3- Análisis estadístico de las variables de volumen de la copa del árbol al final del ensayo (11/09/98) de naranja Valencia late.

	Circunf. tronco cm	Altura total m	Diámetro externo m	Diámetro interno m	Altura interna m	Altura pollera m	Vol. tot. Oblado m ³	Vol. efec. Oblado m ³
Riego	35.45 A	2.92A	3.17 A	1.67	1.88	0.14	12.8 A	10.2 A
Secano	32.32 B	2.69 B	2.94 B	1.57	1.92	0.15	9.9 B	7.4 B
Poda	34.23	2.85	3.04	1.59	1.93	0.15	11.7	9.0
Sin Poda	33.54	2.77	3.07	1.65	1.87	0.15	11.1	8.6
Interacción	ns	ns	ns	ns	0.025	ns	ns	ns
Riego poda	35.90A	2.97A	3.15 a	1.64	1.95	0.14	13.2 A	10.3 A
Riego s/poda	35.00A	2.88A	3.19 a	1.70	1.82	0.14	12.5 A	10.0 A
Secano poda	32.55 B	2.73 B	2.93 b	1.54	1.91	0.16	10.2 B	7.6 B
Secano s/p	32.08 B	2.66 B	2.94 b	1.59	1.93	0.15	9.7 B	7.1 B

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 9- Volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos al final del ensayo (11/09/98) en naranja Valencia late.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples deDuncan.

Si comparamos el Cuadro N° 2 y el Cuadro N° 3, se ve un incremento al final del ensayo en la circunferencia del tronco, diámetro externo e interno de la copa, y también en el volumen total y efectivo de la copa, con respecto al inicio del experimento para ambos factores.

El volumen total oblado de la copa fue aumentando progresivamente en las plantas de riego y secano a lo largo de un ciclo productivo, excepto en el tratamiento de SSP. Los tratamientos de secano fueron los que tuvieron un incremento más significativo de 14% y 19% para SP y SSP respectivamente, mientras que los tratamientos de riego presentaron un aumento de 9% y 6% para RP y RSP respectivamente (Figura N° 10).

Mientras que en la variación del volumen efectivo oblado de la copa, se ve que en tres de los cuatro tratamientos ocurre una disminución del volumen efectivo en la segunda fecha de evaluación, sin embargo en el tratamiento SSP es donde se produce el mayor crecimiento del volumen efectivo. El volumen efectivo en las plantas regadas al final del ensayo permanece relativamente constante, en cambio, las plantas de secano presentaron un incremento del 11% y 16% para los tratamientos SP y SSP respectivamente (Figura N° 11).

Figura N° 10- Variación del volumen total oblado de la copa del árbol a lo largo del ensayo (agosto de 1997 y setiembre de 1998) para los diferentes tratamientos.

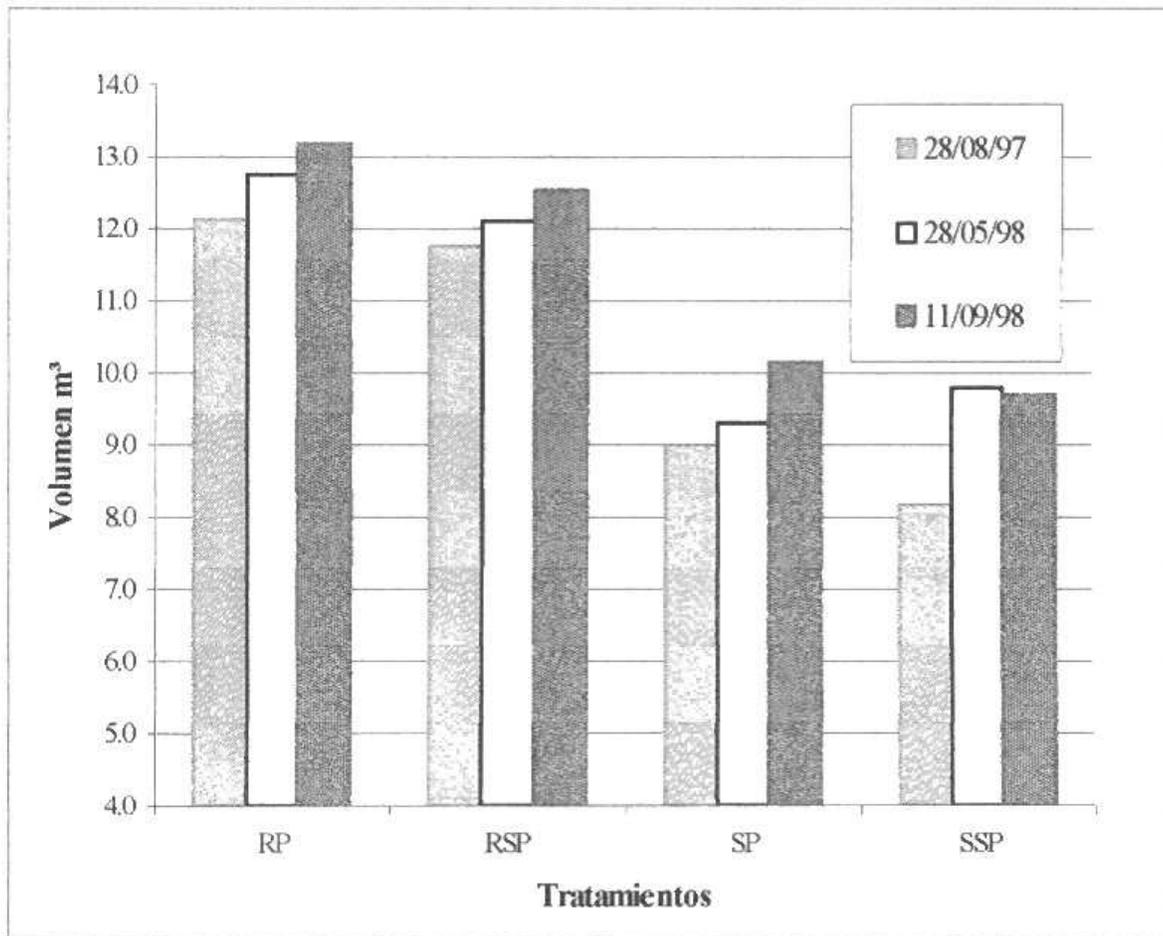
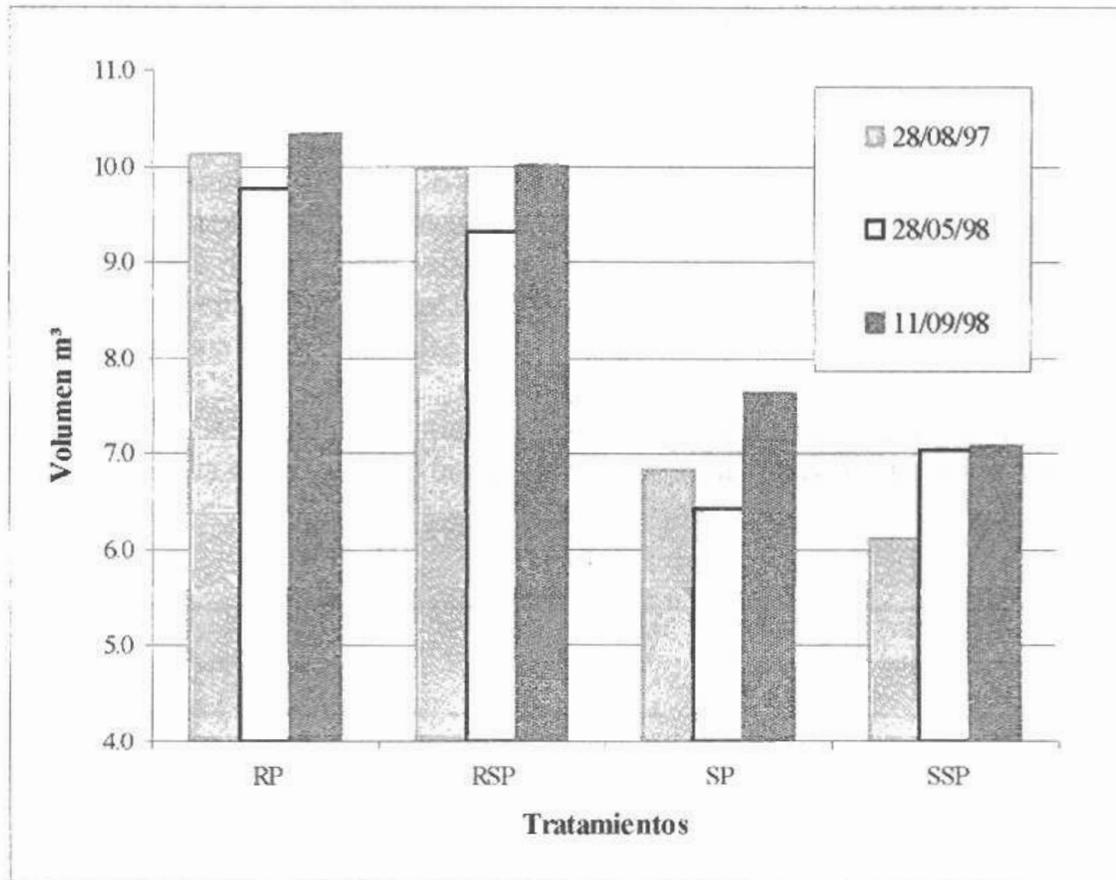


Figura N° 11- Variación del volumen efectivo oblado de la copa del árbol a lo largo del ensayo (agosto de 1997 y setiembre de 1998) para los diferentes tratamientos.



Se presenta a continuación el efecto de los tratamientos en la relación entre las variables de rendimiento sobre el volumen de la copa del árbol.

Los kilogramos de fruta por volumen total y por volumen efectivo no fueron estadísticamente diferentes entre las plantas de riego y seco (Cuadro N° 4). Esto también puede verse en la Figura N° 12, en la cual se ve que el tratamiento riego sin poda fue el que presentó mayor kilogramo de fruta por volumen total con una diferencia entre 7-14% con el resto de los tratamientos, aunque esta diferencia no fue significativa. Sin embargo, el tratamiento seco sin poda fue el que mostró mayor kilogramo de fruta por volumen efectivo, aunque sin tener diferencias estadísticas con los demás tratamientos. El tratamiento riego con poda presentó en ambas variables los menores valores.

El número de frutas por volumen total fue en promedio un 18% superior en las plantas regadas, siendo significativamente mayor que en las plantas de seco, el tratamiento de riego sin poda es el que muestra el mayor número de frutos por volumen total y efectivo. Mientras que, en el número de frutas por volumen efectivo no se observaron diferencias estadísticas entre las plantas regadas y las de seco. Los datos obtenidos se muestran en el Cuadro N° 4 y en la Figura N° 13.

El peso promedio del fruto por volumen total como por volumen efectivo, fue significativamente mayor en las plantas de secano con relación a las de riego. Estas últimas también presentaron significativamente menor cantidad de kilogramos exportables por volumen total y efectivo. El único efecto de la poda se observó en los kilos de fruta exportable por volumen total, en el cual las plantas sin podar tuvieron significativamente mayor kilogramos de fruta exportable en comparación con las plantas podadas. Aunque, si bien no se observaron diferencias estadísticas las plantas sin podar presentaron mayor kilogramos de fruta por volumen total y efectivo, así como también mayor número de frutas por volumen total y efectivo. Para ninguna de las variables estudiadas se encontró interacción significativa. Los datos y su análisis estadístico pueden observarse en el Cuadro N° 4.

Cuadro N° 4- Análisis estadístico de las variables de rendimiento sobre el volumen total y efectivo de la copa para los factores riego y poda, así como para los distintos tratamientos.

	Kg fruta/ Vol.tot. m ³	Kg fruta/ Vol.cf. m ³	N° fruta/ Vol.tot. m ³	N° fruta/ Vol. cf. m ³	Peso prom/ Vol. tot.	Peso prom/ Vol. cf.	Kg exp/ Vol. tot. Kg/m ³	Kg exp/ Vol.efec. Kg/m ³
Riego	15.7	19.8	112.1 a	141.5	0.141 B	0.141 B	9.4 B	11.8 B
Secano	15.3	20.7	94.7 b	128.1	0.162 A	0.162 A	12.1 A	16.4 A
Poda	14.8	19.3	99.6	130.0	0.150	0.150	10.1 b	13.2
Sin Poda	16.2	21.2	107.2	139.6	0.153	0.153	11.4 a	15.1
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	14.7	18.8	105.4ab	135.0	0.140 B	0.140 B	8.9 B	11.4 B
Riego s/poda	16.8	20.9	118.8a	148.0	0.141 B	0.141 B	9.9 B	12.3 B
Secano poda	14.9	19.8	93.8 b	125.0	0.160 A	0.160 A	11.3AB	15.0AB
Secano s/p	15.7	21.5	95.5 b	131.2	0.164 A	0.164 A	13.0A	17.9A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 12- Relación entre los kilogramos promedio de fruta por planta sobre el volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos.

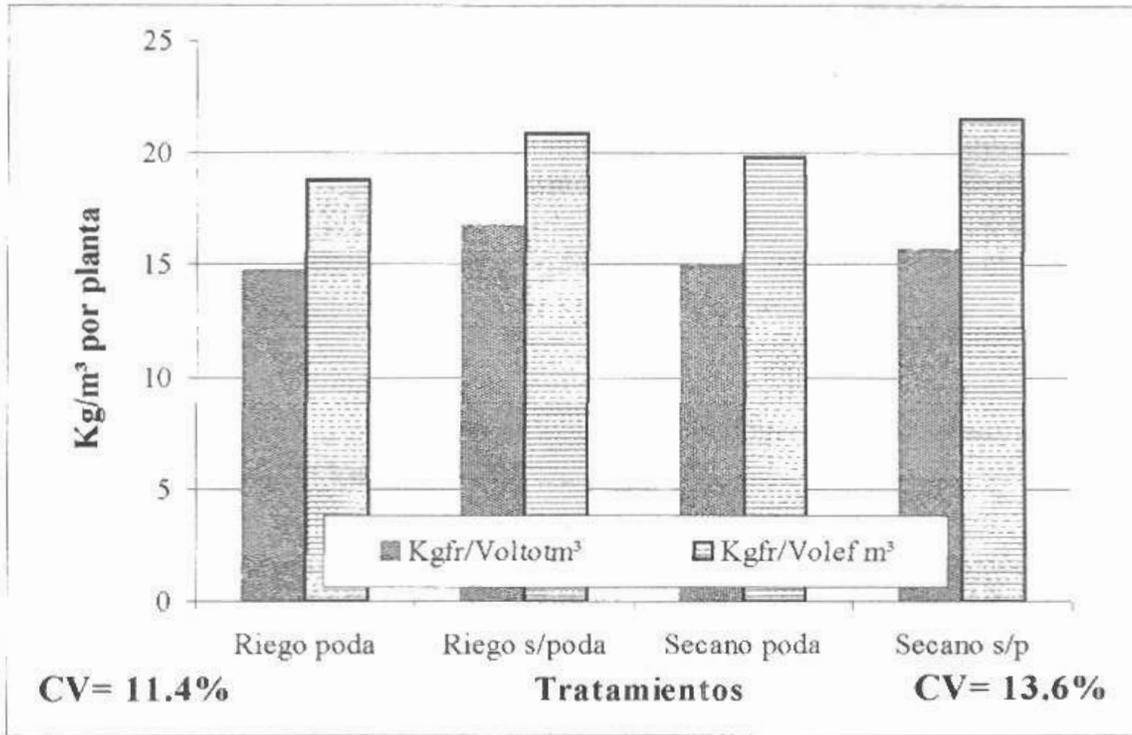
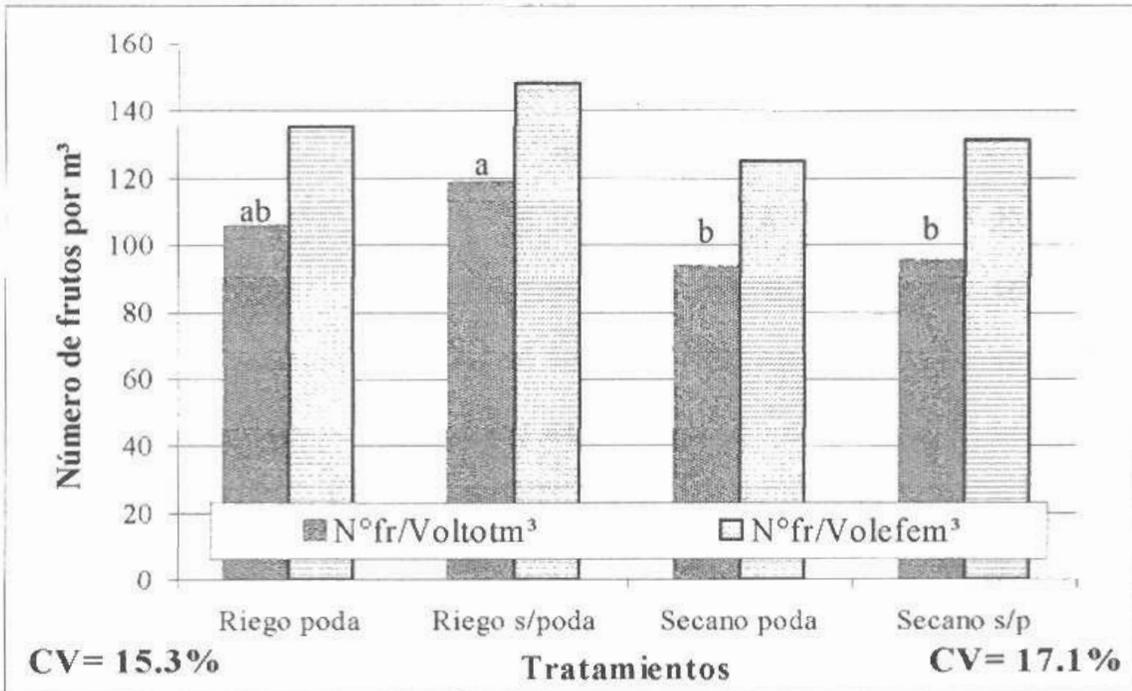


Figura N° 13- Relación entre el número promedio de frutos por planta sobre el volumen total y efectivo de la copa del árbol para los diferentes tratamientos.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

4.3 CRECIMIENTO VEGETATIVO

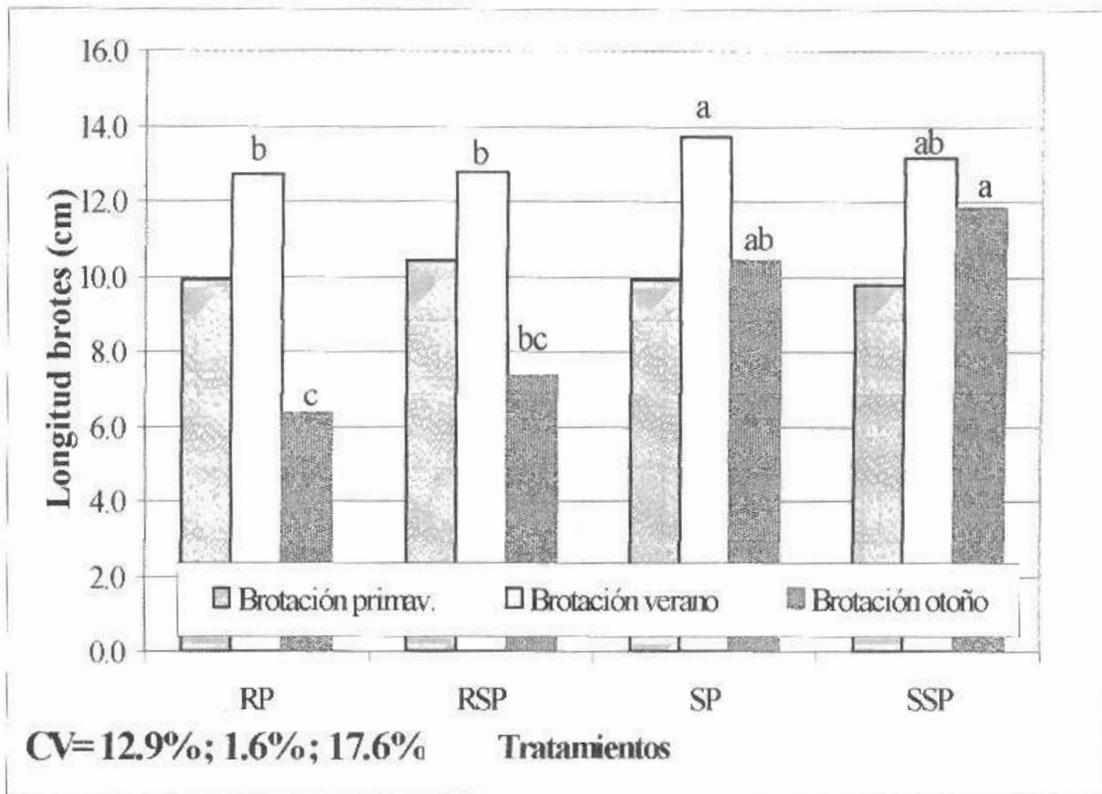
Los datos y el análisis estadístico de la longitud y número promedio de brotes para las diferentes brotaciones, según los distintos tratamientos se presentan en el Cuadro N° 5. La longitud promedio de los brotes de primavera fue la única variable que no fue afectada significativamente por ambos factores. Las plantas de secano tuvieron significativamente mayor longitud promedio de los brotes de verano y otoño con respecto a las plantas bajo riego. El tratamiento de secano con poda mostró mayor longitud promedio de brotes en la brotación de verano, mientras que en la brotación de otoño fue el tratamiento secano sin poda el que presentó mayores valores; para todos los tratamientos y brotaciones, se vio que la brotación de verano fue la de mayor longitud promedio (Figura N° 14).

Cuadro N° 5- Longitud y número promedio de brotes de las brotaciones de primavera, verano y otoño, según los diferentes tratamientos.

	Longitud promedio brotes (cm)			N° brotes promedio total		N° brotes promedio/m ²	
	Brotación primavera	Brotación verano	Brotación otoño	Brotación verano	Brotación otoño	Brotación verano	Brotación otoño
Riego	10.16	12.72 b	6.82 B	76.8	2.1 b	19.2	0.5 b
Secano	9.83	13.45 a	11.12 A	67.8	4.6 a	16.9	1.2 a
Poda	9.90	13.20	8.35	83.2 A	3.9	20.8 A	1.0
Sin Poda	10.10	12.97	9.59	61.4 B	2.8	15.4 B	0.7
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	9.91	12.68 b	6.30 c	90.2 A	3.3 ab	22.5 A	0.8 ab
Riego s/poda	10.41	12.77 b	7.34 bc	63.5 BC	0.8 b	15.9 BC	0.2 b
Secano poda	9.88	13.73 a	10.39 ab	76.2 AB	4.5 a	19.0 AB	1.1 a
Secano s/p	9.79	13.17 ab	11.84 a	59.3 C	4.7 a	14.8 C	1.2 a

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y ≤ 0.05 para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

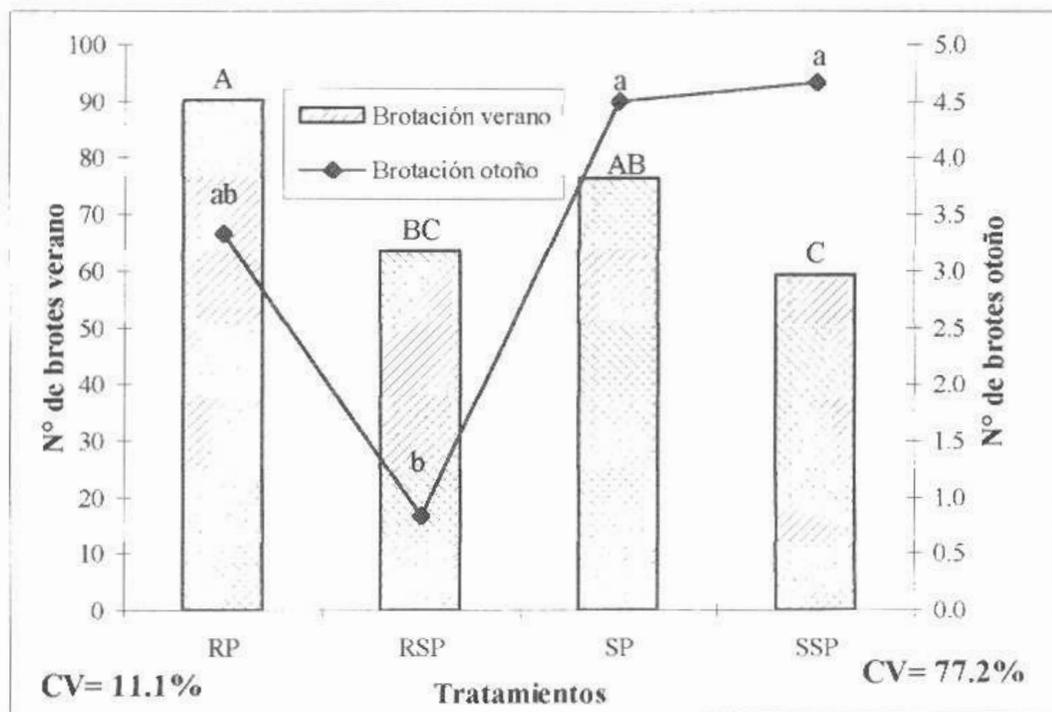
Figura N° 14- Longitud promedio de los brotes para las brotaciones de primavera, verano y otoño según los distintos tratamientos.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

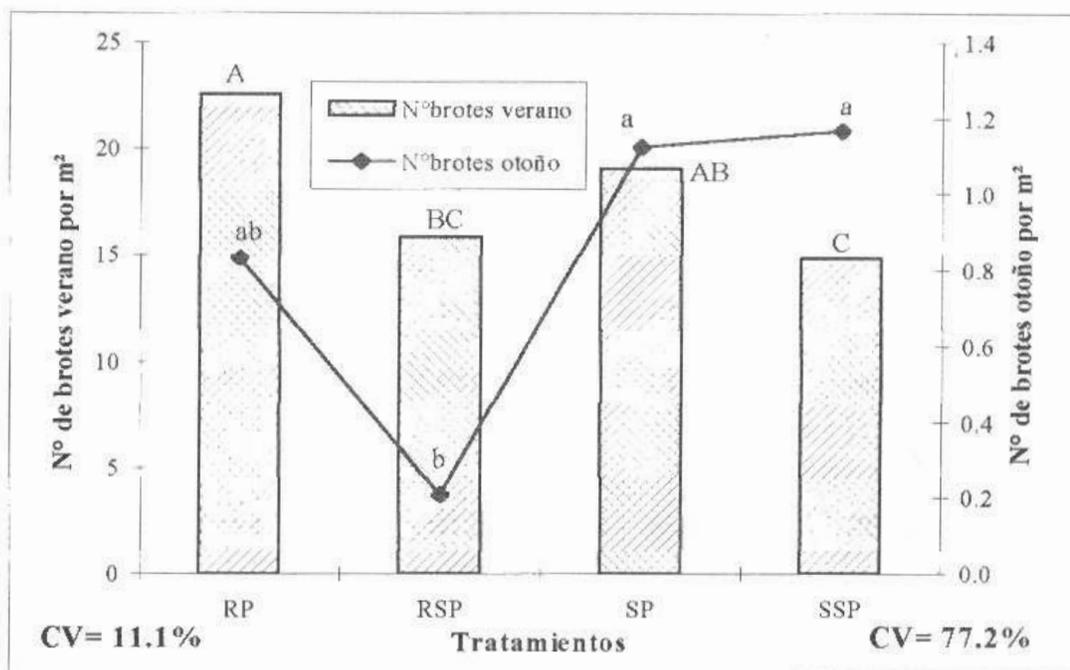
El número de brotes promedio total por planta de verano fue afectado significativamente por la poda, mientras que el número de brotes de otoño fue significativamente mayor en las plantas de secano (Cuadro N° 5 y Figura N° 15). Lo mismo sucede con el número de brotes promedio por m² de verano, donde las plantas podadas fueron significativamente mayores a las plantas sin podar, en tanto que en la brotación de otoño las plantas de secano afectaron estadísticamente el número promedio de brotes por m² en comparación con las plantas de riego, dichos resultados pueden observarse en el Cuadro N° 5 y Figura N° 16.

Figura N° 15- Número de brotes promedio total por planta para las brotaciones de verano y otoño, según los diferentes tratamientos.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 16- Número de brotes promedio por m² para las brotaciones de verano y otoño, según los diferentes tratamientos.



Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

4.4 DISTRIBUCION DE CALIBRES

4.4.1 Distribución absoluta de calibres

A continuación se muestran los kilogramos de fruta obtenidos por categorías para los distintos tratamientos realizados, los datos y su análisis estadístico pueden observarse en el Cuadro N° 6. El único efecto significativo fue el del riego, mientras que la poda no afectó significativamente a ninguno de los calibres de fruta. Sin embargo, podría destacarse que hay una cierta tendencia de las plantas sin podar a tener mayor kilogramos de fruta en las categorías superiores a 67mm. La interacción no fue significativa tampoco en ninguno de los calibres estudiados.

El riego afectó significativamente y de forma positiva a los calibres menores de 73mm en comparación con las plantas de secano, mientras que éstas últimas presentaron valores estadísticamente mayores de los calibres superiores a 73mm con respecto a las plantas bajo riego.

El tratamiento que mejor se comportó fue el de secano sin poda, mostrando menores valores de los calibres más chicos (25 kilos de fruta \leq a 67mm) y mayores valores de los calibres más grandes (aproximadamente 127 kilos de fruta exportable $>$ a 67mm), aunque no fue significativamente diferente con el tratamiento secano con poda.

Cuadro N° 6- Resultados y análisis estadístico de la distribución absoluta de calibres en kilogramos de fruta, para los distintos tratamientos.

Calibres	< 61mm	61.1-67.0mm	67.1-72.9mm	73.0-80.0mm	80.1-88.0mm
Riego	16.41 A	64.68 A	88.75 A	29.67 B	1.35 B
Secano	3.85 B	26.71 B	61.65 B	52.84 A	5.77 A
Poda	9.96	46.31	73.75	38.01	3.26
Sin Poda	10.30	45.08	76.65	44.49	3.86
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	14.99 A	61.83 A	86.51 A	28.41 b	1.43 B
Riego s/poda	17.83 A	67.54 A	91.00 A	30.92 b	1.26 B
Secano poda	4.93 B	30.80 B	60.99 B	47.61 ab	5.08 AB
Secano s/p	2.77 B	22.62 B	62.31 B	58.06 a	6.46 A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

El efecto de los distintos tratamientos en la distribución absoluta del número de frutos para las diferentes categorías se muestra en el Cuadro N° 7. Aquí sucede algo muy similar a lo mencionado para la distribución absoluta en kilogramos de fruta, ya que el efecto principal es del riego-secano, siendo significativo en los 5 calibres presentados. El efecto poda-sin poda y las interacciones no fueron estadísticamente significativos en ninguna de las categorías estudiadas.

El riego afectó significativamente los calibres menores a 73mm, ya que en ellos se encontraba en promedio el 88% del número total de frutos por planta, correspondiendo el restante 12% a los calibres superiores a 73mm. Sin embargo, las plantas de secano fueron estadísticamente mayores en los calibres superiores a 73mm en comparación con las plantas regadas; en esos calibres las plantas de secano tenían en promedio un 33% del número total de frutos por planta.

Cuadro N° 7- Resultados y análisis estadístico de la distribución absoluta de calibres en número de fruta, para los distintos tratamientos.

Calibres	< 61mm	61.1-67.0mm	67.1-72.9mm	73.0-80.0mm	80.1-88.0mm
Riego	169.8 A	525.6 A	572.6 A	159.1 B	5.92 B
Secano	38.8 B	200.2 B	386.7 B	283.1 A	25.25 A
Poda	105.3	374.1	468.3	201.9	13.92
Sin Poda	103.3	351.7	490.9	240.3	17.25
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	160.3 A	515.0 A	553.5 A	152.5 b	6.17 B
Riego s/poda	179.2 A	536.2 A	591.7 A	165.7 b	5.67 B
Secano poda	50.2 B	233.2 B	383.2 B	251.3 ab	21.67 AB
Secano s/p	27.3 B	167.2 B	390.2 B	314.8 a	28.83 A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p < 0.01$ y $p < 0.05$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

4.4.2 Distribución relativa de calibres

Con los datos presentados en el ítem anterior se halló la distribución relativa para los kilogramos como para el número de frutos de cada categoría.

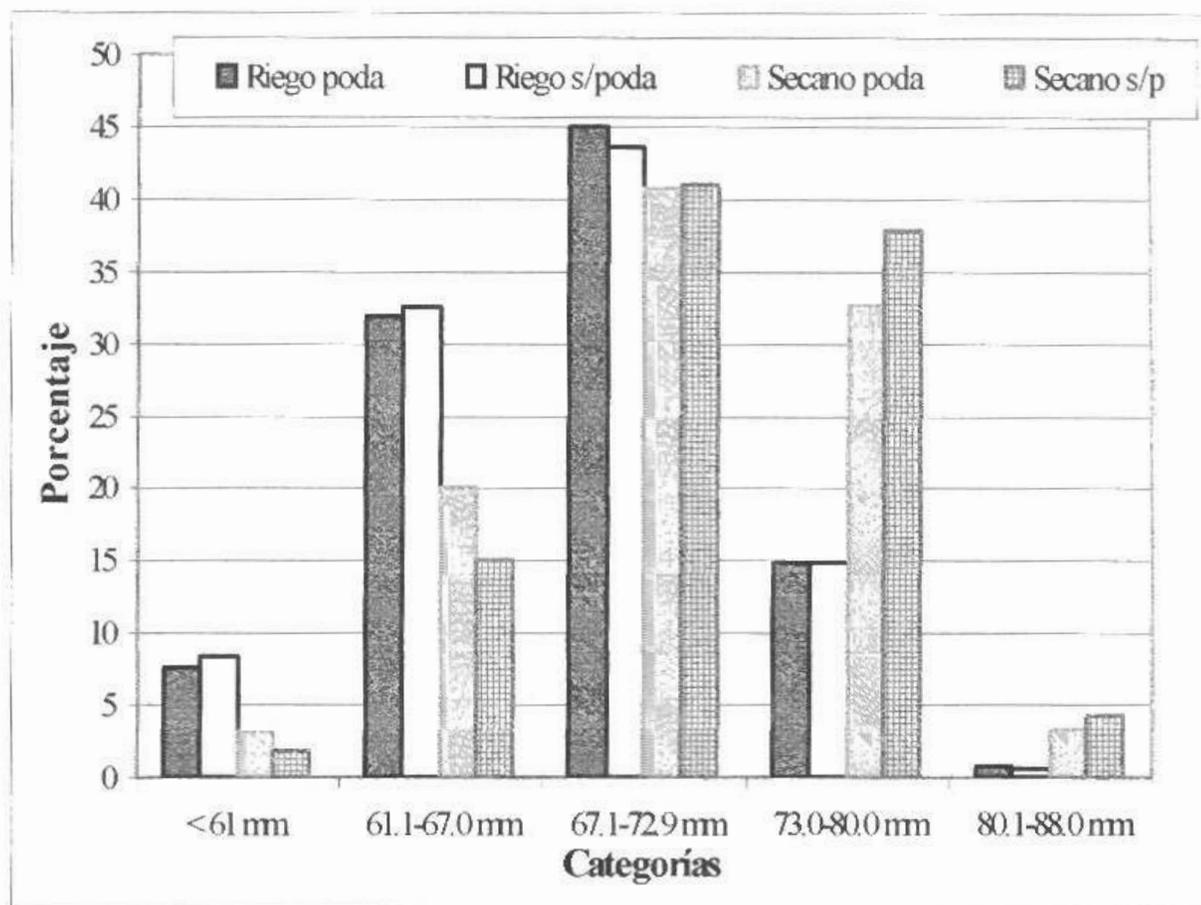
La distribución relativa en kilogramos de fruta por categoría fue afectada significativamente por el riego, pero no por la poda y así como tampoco se observaron interacciones significativas. Las plantas regadas presentaron mayores porcentajes de los calibres menores a 67mm (40% aprox.) en comparación con las plantas de secano (20% aprox.). Mientras, que estas últimas mostraron significativamente mayores porcentajes de los calibres superiores a 73mm (39% aprox.) con relación a las plantas de riego (16% aprox.). La categoría entre 67.1-72.9mm no fue afectada significativamente por el efecto riego-secano, y en ella se observaron los mayores porcentajes de fruta variando entre 40% y 45% aproximadamente para los diferentes tratamientos. La categoría donde se presentaron las mayores diferencias en porcentaje entre los tratamientos de riego y secano fue en los calibres de 73.0-80.0mm, en la cual los tratamientos de secano superaron en un 18 y 23% a los de riego. Esto puede observarse en el Cuadro N° 8 donde se muestran los datos con su respectivo análisis estadístico y en la Figura N° 17.

Cuadro N° 8- Resultados y análisis estadístico de la distribución relativa de calibres en kilogramos de fruta, para los diferentes tratamientos.

Calibres	< 61mm	61.1-67.0mm	67.1-72.9mm	73.0-80.0mm	80.1-88.0mm
Riego	7.95 A	32.17 A	44.30	14.89 B	0.69 B
Secano	2.49 B	17.57 B	40.84	35.29 A	3.77 A
Poda	5.35	26.00	42.82	23.76	2.05
Sin Poda	5.09	23.74	42.32	26.42	2.40
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	7.55 A	31.88 A	44.95	14.84 B	0.76 B
Riego s/poda	8.35 A	32.46 A	43.65	14.93 B	0.62 B
Secano poda	3.15 B	20.11 AB	40.69	32.68 AB	3.34 A
Secano s/p	1.83 B	15.03 B	41.00	37.90 A	4.19 A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 17- Distribución relativa en kilogramos de fruta por categoría para los diferentes tratamientos.



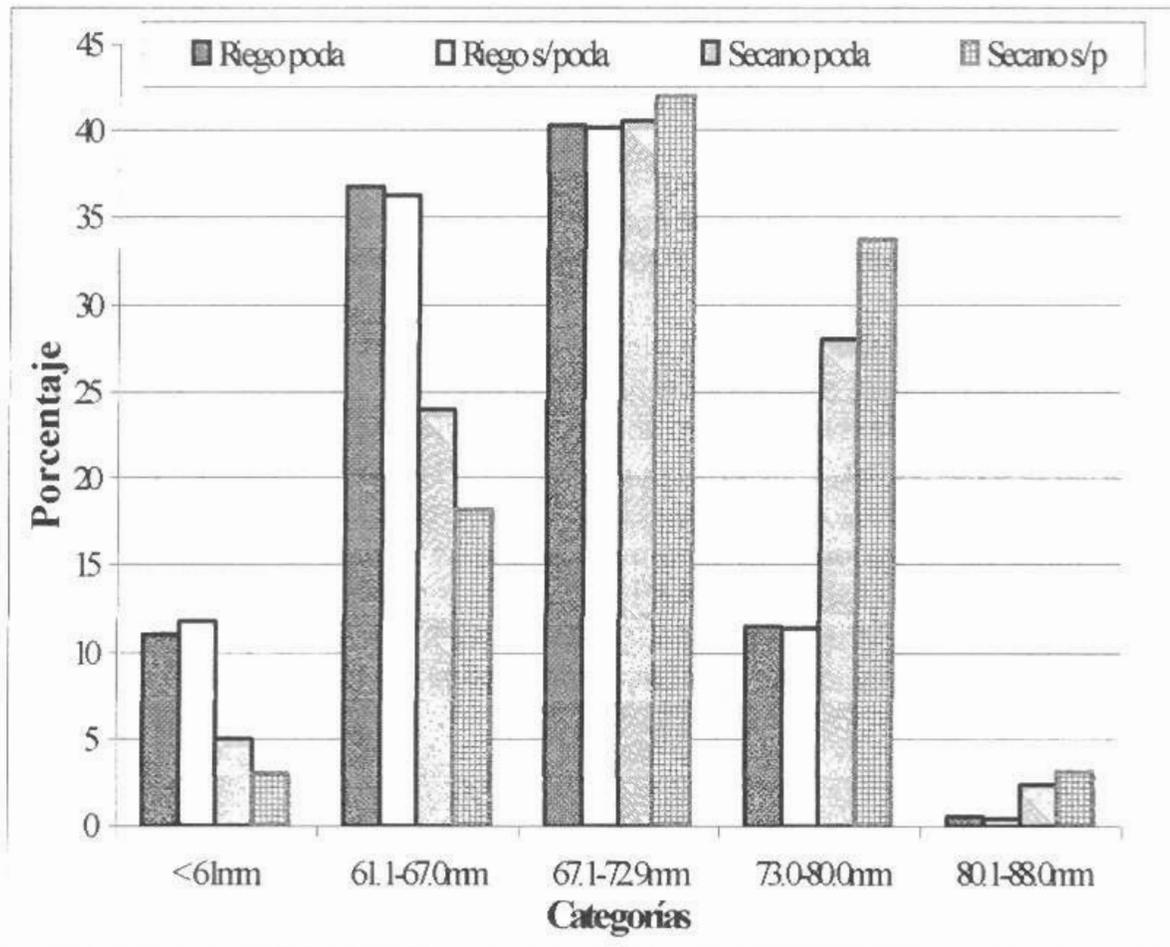
Los resultados y el análisis estadístico de la distribución relativa en número de frutos por categoría, se muestran en el Cuadro N° 9 y en la Figura N° 18. En los mismos, se puede ver que la poda no influyó significativamente en ninguno de los calibres estudiados; así como tampoco se observó interacción significativa en las diferentes categorías. Sin embargo, el factor riego afectó significativamente en 4 de los 5 calibres presentados. Las plantas de secano mostraron significativamente menor porcentaje de los calibres inferiores a 67mm (entre 21 y 29% aproximadamente) y mayor porcentaje de los calibres superiores a 73mm (aproximadamente entre 30 y 37%), con relación a las plantas regadas que presentaron en promedio un 48% en los calibres menores a 67mm y 12% de los calibres superiores a 73mm. Al igual que para los kilogramos de fruta por categoría, no se encontraron diferencias estadísticas en el calibre comprendido entre 67.1-72.9mm, siendo esta categoría también la que presenta los mayores porcentajes en número de frutas (más del 40%).

Cuadro N° 9- Resultados y análisis estadístico de la distribución relativa de calibres en número de frutos, para los diferentes tratamientos.

Calibres	< 61mm	61.1-67.0mm	67.1-72.9mm	73.0-80.0mm	80.1-88.0mm
Riego	11.4 A	36.4 A	40.3	11.5 B	0.5 B
Secano	4.0 B	21.1 B	41.3	30.9 A	2.7 A
Poda	8.0	30.4	40.5	19.8	1.4
Sin Poda	7.4	27.2	41.1	22.6	1.7
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Riego poda	11.0 AB	36.7 A	40.3	11.5 B	0.5 B
Riego s/poda	11.8 A	36.2 A	40.2	11.4 B	0.4 B
Secano poda	5.0 BC	24.0 B	40.6	28.0 A	2.3 A
Secano s/p	3.0 C	18.2 B	42.0	33.8 A	3.1 A

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura N° 18- Distribución relativa en número de frutos por categoría para los diferentes tratamientos.



4.5 VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCION DE LUZ

La distribución de la luz en la copa fue medida a lo largo del ensayo para los diferentes tratamientos en el sentido de la fila y la entrefila, y en tres posiciones (superior, medio e inferior).

Se puede apreciar (Cuadro N° 10, 11, 12 y 13) una variación natural en la distribución de la luz desde el centro a la periferia del árbol. Este incremento de luz hacia la periferia va a ir cambiando según la posición en la cual se mida la luz. Globalmente los valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR) son mayores en el sentido de la fila que de la entrefila (Cuadro N° 10, 11, 12 y 13). Este comportamiento es independiente del tratamiento estudiado. Así mismo, los niveles de luz disminuyen hacia la parte inferior del árbol. La variación descrita, se acentuará en función de los tratamientos evaluados. Las plantas de secano en la posición media e inferior de la fila

como de la entrefila, muestran generalmente mayores valores de PAR desde el centro del árbol hasta los 100-125cm del mismo, en comparación con las plantas de riego. También, las plantas de secano podadas en las posiciones media e inferiores, tuvieron una superior PAR en relación con las plantas sin podar a través de toda la copa del árbol.

En la posición superior de la fila como en la entrefila los valores de PAR son altos en el centro mismo del árbol, teniendo a los 50-75cm valores muy altos de PAR (Cuadro N° 10).

En la distribución de luz en porcentaje se puede ver que el mismo aumenta a medida que nos alejamos del centro del árbol, independientemente del lugar y posición del árbol.

En la posición superior de la fila como en la entrefila a los 125cm del centro del árbol se tienen porcentajes de PAR relativamente altos de luz que oscilan entre los 40 y 90% aproximadamente. En cambio, a medida que descendemos en la planta estos porcentajes se logran a una mayor distancia del tronco, e inclusive en la parte inferior no se alcanzan porcentajes mayores de 24 y 32% para la fila y entrefila respectivamente.

Las plantas de secano en la porción media e inferior de la fila como de la entrefila, muestran mayores porcentajes de PAR en toda la copa del árbol con respecto a las plantas de riego; además, dentro de las plantas de secano y en esas posiciones se puede ver un cierto efecto de la poda mejorando la distribución de luz en la copa del árbol (Cuadro N° 11).

Cuadro N° 10- Distribución media de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 17/11/97.

Fila- entrefila	Posición en el árbol	Tratamien- -tos	Distancia desde el centro del árbol (cm)							
			0	25	50	75	100	125	150	175
Fila	Superior	RP	56	100	106	378	940	2090	1044	1497
Fila	Superior	RSP	80	54	82	818	1757	904	1001	1106
Fila	Superior	SP	45	74	113	235	603	464		
Fila	Superior	SSP	27	45	122	145	335	555	457	
Fila	Medio	RP	17	16	18	24	696	744	1311	1439
Fila	Medio	RSP	19	22	17	21	22	142	977	576
Fila	Medio	SP	32	38	35	49	84	325	475	
Fila	Medio	SSP	24	20	24	37	106	229	303	
Fila	Inferior	RP	18	25	12	26	20	38	107	
Fila	Inferior	RSP	25	15	14	14	15	419	118	286
Fila	Inferior	SP	23	26	24	18	65	180	120	
Fila	Inferior	SSP	17	16	15	20	52	114	102	
Entrefila	Superior	RP	40	57	61	579	1107	1895	1763	1782
Entrefila	Superior	RSP	67	47	70	99	536	964	1576	1360
Entrefila	Superior	SP	60	37	42	188	414	698	376	
Entrefila	Superior	SSP	68	75	133	169	374	661	431	
Entrefila	Medio	RP	16	12	13	15	38	268	580	1760
Entrefila	Medio	RSP	21	16	14	15	21	44	100	233
Entrefila	Medio	SP	39	38	63	87	160	372	610	
Entrefila	Medio	SSP	30	35	31	59	132	176	258	149
Entrefila	Inferior	RP	13	17	14	9	19	39	275	103
Entrefila	Inferior	RSP	9	11	11	43	17	36	78	156
Entrefila	Inferior	SP	23	28	21	20	42	126	241	
Entrefila	Inferior	SSP	17	22	22	26	36	126	182	

Cuadro N° 11- Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en porcentaje de la radiación incidente, dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 17/11/97.

Fila- entrefila	Posición en el árbol	Tratamien - tos	Distancia desde el centro del árbol (cm)							
			0	25	50	75	100	125	150	175
Fila	Superior	RP	2.5	4.4	4.9	17.4	44.0	93.2	47.2	60.2
Fila	Superior	RSP	3.6	2.6	3.4	32.8	82.7	37.2	42.9	60.5
Fila	Superior	SP	6.0	10.0	15.5	30.9	81.8	63.5		
Fila	Superior	SSP	3.2	5.5	13.6	16.9	38.0	68.5	57.2	
Fila	Medio	RP	0.8	0.7	0.8	1.0	32.2	34.5	61.9	58.1
Fila	Medio	RSP	1.0	1.0	0.9	1.0	1.1	6.0	45.8	33.3
Fila	Medio	SP	4.3	5.2	4.8	6.6	11.4	43.8	70.0	
Fila	Medio	SSP	3.1	2.5	3.0	4.5	13.1	26.6	36.7	
Fila	Inferior	RP	0.8	1.1	0.5	1.2	0.9	1.6	4.8	
Fila	Inferior	RSP	1.2	0.7	0.7	0.7	0.7	21.6	5.2	12.1
Fila	Inferior	SP	3.2	3.6	3.2	2.5	8.5	23.5	17.6	
Fila	Inferior	SSP	2.1	2.0	1.9	2.5	7.0	14.8	13.4	
Entrefila	Superior	RP	1.9	2.7	2.9	28.1	51.7	90.2	84.1	85.0
Entrefila	Superior	RSP	3.4	2.1	3.2	5.2	26.9	41.3	74.0	63.5
Entrefila	Superior	SP	8.2	5.1	5.8	26.6	58.9	97.7	50.0	
Entrefila	Superior	SSP	9.0	9.5	15.1	18.7	43.2	79.8	58.4	
Entrefila	Medio	RP	0.7	0.5	0.6	0.7	1.7	11.2	27.0	76.0
Entrefila	Medio	RSP	1.0	0.8	0.7	0.7	0.9	2.1	5.1	11.8
Entrefila	Medio	SP	5.3	5.1	8.5	11.6	21.1	50.2	82.7	
Entrefila	Medio	SSP	3.7	4.1	4.0	7.0	15.4	22.1	29.5	21.7
Entrefila	Inferior	RP	0.6	0.8	0.6	0.4	0.8	1.6	11.2	4.3
Entrefila	Inferior	RSP	0.4	0.5	0.5	2.2	0.8	1.8	4.0	7.5
Entrefila	Inferior	SP	3.1	3.8	2.7	2.7	5.8	17.8	31.5	
Entrefila	Inferior	SSP	2.1	2.6	2.6	3.3	4.4	16.9	22.0	

La distribución de la luz en la copa del árbol al final del ensayo tanto en valores absolutos como en porcentaje no mostraron aumentos de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en la parte media e inferior de los tratamientos de secano, por lo menos no generalmente hasta los 100cm desde el tronco del árbol. En cambio, para las plantas de riego en las posiciones media e inferior del árbol se observó un incremento en prácticamente todas las medidas desde el centro hasta el exterior de la copa (Cuadro N° 12 y 13).

La parte superior de la fila como de la entrefila aumentaron considerablemente la PAR, en casi todos los puntos medidos en los diferentes tratamientos (Cuadro N° 12 y 13).

En la fila las plantas tanto de riego como de secano alcanzaron valores máximos en porcentaje de PAR de 99.5%, 83.8% y 66.1% para las posiciones superiores, medias e inferiores; mientras que en la entrefila se obtuvieron para la porción superior, media e inferior: 99%, 50.5% y 30.8% respectivamente, correspondiendo estos valores máximos a las plantas de secano. Los datos se presentan en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 12- Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 10/09/98.

Fila- entrefila	Posición en el árbol	Tratamien- -tos	Distancia desde el centro del árbol (cm)							
			0	25	50	75	100	125	150	175
Fila	Superior	RP	64	244	131	307	474	509	899	
Fila	Superior	RSP	115	170	187	205	201	293	717	
Fila	Superior	SP	522	200	309	461	809	1113		
Fila	Superior	SSP	67	65	76	283	87	279	392	
Fila	Medio	RP	14	23	18	57	193	309	677	
Fila	Medio	RSP	23	30	40	67	113	124	396	607
Fila	Medio	SP	23	29	53	160	135	896		
Fila	Medio	SSP	13	10	14	29	87	171	306	
Fila	Inferior	RP	21	19	23	26	41	156	330	350
Fila	Inferior	RSP	18	18	17	63	35	210	183	
Fila	Inferior	SP	36	37	29	30	92	386	946	
Fila	Inferior	SSP	14	12	10	9	14	45	104	242
Entrefila	Superior	RP	234	184	171	215	487	208	505	
Entrefila	Superior	RSP	65	120	78	175	336	461	240	579
Entrefila	Superior	SP	130	113	169	233	506	947	1134	
Entrefila	Superior	SSP	125	163	158	141	290	386		
Entrefila	Medio	RP	16	25	55	76	152	258	212	
Entrefila	Medio	RSP	22	26	29	61	128	245	313	280
Entrefila	Medio	SP	21	30	27	53	112	414	390	
Entrefila	Medio	SSP	13	18	24	30	88	224	303	
Entrefila	Inferior	RP	22	17	16	16	20	81	103	129
Entrefila	Inferior	RSP	15	16	12	15	24	35	156	215
Entrefila	Inferior	SP	27	23	17	14	27	88	229	221
Entrefila	Inferior	SSP	7	11	11	9	11	43	82	135

Cuadro N°13- Distribución de la luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en porcentaje de la radiación incidente, dentro de la copa del árbol para las diferentes posiciones y según los distintos tratamientos; medición realizada el 10/09/98.

Fila- Entrefila	Posición en el árbol	Tratamien- -tos	Distancia desde el centro del árbol (cm)							
			0	25	50	75	100	125	150	175
Fila	Superior	RP	8.2	28.5	14.9	29.8	49.2	54.9	94.8	
Fila	Superior	RSP	15.0	23.3	25.7	28.1	26.5	37.9	99.5	
Fila	Superior	SP	41.3	16.5	24.5	33.8	74.8	92.2		
Fila	Superior	SSP	14.1	12.8	16.1	63.8	25.5	55.1	65.3	
Fila	Medio	RP	1.8	2.8	2.2	7.0	25.7	41.6	66.0	
Fila	Medio	RSP	3.1	4.1	5.5	9.0	14.7	16.7	54.0	73.8
Fila	Medio	SP	2.3	2.9	5.0	16.7	13.5	83.8		
Fila	Medio	SSP	2.7	2.1	2.9	6.7	19.1	35.5	64.9	
Fila	Inferior	RP	2.4	2.1	2.8	3.1	4.1	14.6	46.8	48.6
Fila	Inferior	RSP	2.4	2.3	2.3	7.8	4.6	28.0	22.3	
Fila	Inferior	SP	3.7	3.5	2.9	2.9	8.8	41.3	66.1	
Fila	Inferior	SSP	2.9	2.5	2.1	1.8	2.6	9.0	19.4	59.7
Entrefila	Superior	RP	23.6	23.3	20.8	26.8	54.2	29.5	71.8	
Entrefila	Superior	RSP	8.7	16.1	10.3	23.7	45.4	59.8	29.1	70.4
Entrefila	Superior	SP	13.1	11.5	17.3	22.3	50.6	86.4	99.0	
Entrefila	Superior	SSP	25.3	32.1	34.1	31.2	60.5	70.5		
Entrefila	Medio	RP	1.9	2.7	6.8	9.5	17.7	28.5	28.9	
Entrefila	Medio	RSP	2.9	3.5	3.9	8.2	17.4	33.3	40.7	34.0
Entrefila	Medio	SP	2.0	2.9	2.2	4.6	10.9	44.8	38.0	
Entrefila	Medio	SSP	2.7	3.8	5.1	6.6	20.0	47.6	50.5	
Entrefila	Inferior	RP	2.3	2.0	1.8	1.9	2.3	9.5	11.5	17.7
Entrefila	Inferior	RSP	1.9	2.1	1.6	2.0	3.3	4.5	20.9	26.2
Entrefila	Inferior	SP	2.8	2.3	1.7	1.5	2.8	9.2	23.7	15.4
Entrefila	Inferior	SSP	1.5	2.3	2.2	1.9	2.3	8.2	15.2	30.8

4.6 EFECTOS EN LA CALIDAD DE FRUTA

El efecto riego afectó significativamente el peso y diámetro promedio del fruto, siendo superiores en los tratamientos de secano en un 13% y 3% respectivamente con respecto a las plantas regadas. Sin embargo, el factor riego-secano no afectó los parámetros de color del jugo y de la cáscara, aunque el primero fue afectado significativamente por la poda en comparación con las plantas sin podar. La variable espesor de cáscara no fue influenciada estadísticamente por ambos factores individualmente; pero si se observó una interacción significativa de ambos en esta

variable. Mientras, que el peso promedio de la cáscara fue significativamente menor en las plantas regadas en comparación con las plantas de secano. Los resultados y su análisis estadístico pueden observarse en el Cuadro N°14.

Cuadro N° 14- Análisis estadístico de las variables de calidad de fruta según factores y los distintos sectores muestreados de la planta.

	Peso fruto g	Diámetro fruto cm	Color jugo	Color cáscara	Espesor cáscara mm	Peso cáscara g
Riego	156.6 B	6.8 B	6.99	8.4	3.6	51.4 B
Secano	176.4 A	7.0 A	6.99	8.3	3.6	56.7 A
Poda	164.0	6.8	7.03 A	8.4	3.5	52.9
Sin Poda	169.0	6.9	6.95 B	8.3	3.6	55.2
Interacción	ns	ns	ns	ns	0.01	ns
Sectores						
Superior	179.1 A	7.1 A	6.96 AB	8.5 AB	3.9 A	60.9 A
NE Exterior	173.5 AB	7.0 AB	7.00 AB	8.5 AB	3.7 AB	57.3 AB
NO Exterior	167.0 AB	6.9 ABC	7.04 AB	8.5 AB	3.6 ABC	56.4 AB
SO Exterior	162.6 BC	6.8 BCD	7.00 AB	8.5 AB	3.6 ABC	53.8 BC
SE Exterior	173.3 AB	7.0 AB	7.00 AB	8.7 A	3.7 AB	57.2 AB
NE Interior	149.6 C	6.6 D	6.96 AB	7.8 C	3.4 CD	46.7 D
NO Interior	163.1 BC	6.8 CD	6.96 AB	8.4 AB	3.5 BC	51.4 BCD
SO Interior	169.6 AB	6.9 ABC	7.08 A	8.3 B	3.5 BC	54.0 BC
SE Interior	160.5 BC	6.8 BCD	6.92 B	8.2 B	3.2 D	48.9 CD

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

En los resultados de los diferentes sectores, podemos observar que la porción superior de la copa presentó los mayores valores en el peso y diámetro promedio del

fruto, difiriendo significativamente con los sectores SOexterior, NOinterior, SEinterior y NEinterior, este último fue el que mostró los menores tamaños de fruta.

El sector que mostró mayor color del jugo fue el SOinterior y fue estadísticamente diferente solamente con el sector SEinterior. El color de la cáscara fue mayor en los sectores exteriores y superiores de la copa, mientras que en el NEinterior se observó el menor valor, el cual fue significativamente menor al resto de los sectores.

El sector superior presentó el mayor espesor y peso de cáscara y difirió estadísticamente con todos los sectores internos de la planta, para el peso de la cáscara el sector superior también fue significativamente mayor al sector SOexterior. Estos resultados se pueden ver en el Cuadro N° 14 presentado anteriormente.

No se observó interacción significativa para ninguna de las variables presentadas en el Cuadro N° 15. El factor que influyó principalmente fue el riego-secano, mientras que la poda afectó significativamente el ratio de los frutos de las plantas podadas. Las plantas bajo riego mostraron significativamente mayor brix y acidez, siendo esta diferencia de un 6% y 15% en comparación con las plantas de secano. Estas últimas fueron estadísticamente superiores en las variables del ratio y porcentaje de jugo con respecto a las plantas de riego. El porcentaje de cáscara no presentó diferencias significativas para ambos factores. Estos resultados se presentan en el Cuadro N° 15.

El brix fue afectado por los distintos sectores, el mismo fue significativamente mayor en la parte superior y en el NOexterior de la copa con relación a todos los demás sectores, mientras que los sectores NEinterior y SEinterior fueron los que presentaron el menor brix difiriendo significativamente con el resto de los sectores. La acidez presentó el menor valor en el sector NEinterior y difirió estadísticamente con los sectores NOexterior, NEexterior, NOinterior y SOinterior. El mayor ratio se obtuvo en el sector superior, aunque este no fue significativamente diferente a los sectores exteriores y al NOinterior. El porcentaje de cáscara en el sector superior y en el NOexterior fue estadísticamente mayor a los 4 sectores interiores. Sin embargo, la posición de la fruta en el árbol no afectó significativamente al porcentaje de jugo. Estos resultados pueden observarse en el Cuadro N° 15.

Cuadro N° 15- Análisis estadístico de las variables de calidad de fruta según factores y los distintos sectores muestreados de la planta (continuación).

	Brix (°)	Acidez %	Ratio	% cáscara	% jugo
Riego	10.04 A	1.62 A	6.2 B	32.8	54.2 B
Secano	9.43 B	1.41 B	6.7 A	32.1	56.2 A
Poda	9.83	1.49	6.7 A	32.3	55.5
Sin Poda	9.64	1.54	6.3 B	32.6	54.9
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns
Sectores					
Superior	10.49 A	1.52 ABC	6.9 A	34.0 A	55.5
NE Exterior	9.87 B	1.53 AB	6.5 AB	33.0 AB	55.4
NO Exterior	10.39 A	1.56 A	6.7 AB	33.8 A	54.6
SO Exterior	9.93 B	1.53 ABC	6.6 AB	33.1 AB	55.6
SE Exterior	9.69 B	1.51 ABC	6.5 AB	33.1 AB	55.3
NE Interior	8.99 C	1.44 C	6.3 B	31.3 C	55.4
NO Interior	9.84 B	1.53 AB	6.5 AB	31.5 BC	54.0
SO Interior	9.48 B	1.53 AB	6.2 B	31.8 BC	55.4
SE Interior	8.94 C	1.45 BC	6.3 B	30.5 C	55.7

Las medias con igual letra no difieren significativamente con $p \leq 0.01$ para el Test de Rangos Múltiples de Duncan.

5. DISCUSION

5.1 VARIABLES DE RENDIMIENTO

El riego afectó significativamente aumentando tanto los kilogramos como el número de frutos por planta (Cuadro N° 1 y Figura N° 1). El mayor rendimiento por planta puede explicarse debido al mayor número de frutos en los árboles bajo riego; para éstas variables se observó un coeficiente de determinación $r^2= 0.93$ (Figura N° 2), esto coincide con lo encontrado por Guardiola, et al (1982) y Agustí, et al (1995). Por lo tanto, se puede señalar que el riego incrementó el rendimiento, concordando esto con lo demostrado por García (1995); Koo, citado por Franchi, et al (1996).

El peso promedio del fruto fue estadísticamente menor en las plantas regadas (Figura N° 3) a causa del mayor número de frutos por planta, esto último produjo una fuerte competencia entre frutos por carbohidratos, nutrientes minerales y agua. Esto no coincide con lo mencionado por Davies y Albrigo, (1994) que el riego aumenta la producción al incrementar el tamaño del fruto, por lo menos en los rangos de número de frutos por planta de este experimento. El peso promedio del fruto se encuentra relacionado inversamente con el número de frutos, con un coeficiente de determinación de $r^2= 0.73$ (Figura N° 4), esto fue observado también por Fishler, et al (1983). La importancia de la relación anterior, se basa teóricamente en determinar un número de frutos tentativo para de esa forma tener una noción del peso promedio del fruto que se podría lograr.

El efecto de la poda no fue estadísticamente significativo en ninguna de las variables de rendimiento (Cuadro N° 1). Posiblemente por dos causas: quizás la poda debería haber sido un poco más intensa; y al ser realizada sobre un cultivar tardío, los efectos benéficos de la poda no logran visualizarse en el mismo año, sino después de 2 o 3 años de podas continuas; esto último fue señalado por Krajewski (1996).

Las plantas podadas presentaron menor productividad (número y peso promedio), aunque éstas no mostraron diferencias estadísticas con las plantas sin podar (Cuadro N° 1). Zaragoza y Alonso, (1981a) concuerdan en parte con lo anterior, ya que mencionan que la cosecha en el año que fue realizada la poda se redujo significativamente. En tanto, que Borrel y Díaz (1981) encontraron resultados diferentes a éstos, debido a que la poda aumentó el número y peso promedio de los frutos.

El tratamiento de riego sin poda tuvo una tendencia a tener mayor kilogramos y número de frutos por planta que el tratamiento de riego con poda (Cuadro N° 1), o sea que la poda al suprimir cierta cantidad de ramas, eliminó con ellas muchos frutos potenciales. Sin embargo, el efecto anterior de la poda en las plantas de secano se dio solamente en los kilogramos de frutos y no en el número de frutos por planta.

Para naranja Valencia, se analizaron los kilogramos y porcentaje en peso de fruta exportable. Los kilogramos de fruta exportable fueron aproximadamente 120 kg para las plantas de riego y secano, no encontrándose diferencias estadísticas. Mientras que en el porcentaje de kilos exportables se observó un incremento evidente de un 20% a favor de las plantas de secano (Cuadro N° 1 y Figura N° 7), esto se debe a que si bien los kilogramos exportables son prácticamente iguales en ambos casos, los kilogramos totales de fruta por planta son muy superiores en las plantas regadas lo que produce al final un menor porcentaje en kilos de fruta exportable. Esta última variable está negativamente relacionada al número de frutos por planta (Figura N° 5), este comportamiento puede explicarse por la competencia entre frutos, ya que a medida que aumenta el número de frutos la competencia se hace mayor, disminuyendo así el porcentaje de fruta exportable en las plantas regadas.

5.2 VOLUMEN DEL ARBOL Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO

Las plantas bajo riego, presentaron al inicio del experimento una diferencia estadísticamente superior en las variables de circunferencia del tronco, altura total y diámetro externo de la copa, así como el volumen total y efectivo de la copa (Cuadro N° 2 y Figura N° 8). Esto se debe a que los árboles bajo riego tienen un mayor crecimiento acumulado por la aplicación de riegos suplementarios.

Aquellas variables que presentaron diferencias significativas al inicio del ensayo, también las mostraron al final. El riego afectó significativamente el tamaño del árbol (Cuadro N° 3 y Figura N° 9), concordando con lo mencionado por Wiegand y Swanson, (1982); Zekri y Parsons, (1989) estos últimos señalan que el riego es benéfico incluso en años de altas precipitaciones, como ocurrió en este ensayo.

La poda al igual que en las variables de rendimiento no afectó significativamente el volumen de la copa (Cuadros N° 2 y 3), pudiendo explicarse esto por las mismas consideraciones mencionadas anteriormente en el ítem 5.1.

El volumen total tuvo una mayor diferencia de crecimiento promedio en las plantas de secano siendo la misma de 1.3 m³, siendo en las plantas regadas de 0.9 m³ aproximadamente (Cuadros N° 2 y 3; Figura N° 10). Este resultado se puede explicar por dos razones: la primera, es que el año del ensayo fue atípico con respecto a las precipitaciones promedio (llovió 1300 mm por encima del promedio anual), lo cual fue muy beneficioso para las plantas de secano; la segunda razón es que las plantas regadas al tener un número muy alto de frutas y al tener éstas mayor fuerza-fosa, esto influyó negativamente en el crecimiento vegetativo de esas plantas. Esto último coincide con lo señalado por Krajewski, (1996) que mucha energía es usada para producir fruta y que la misma tiende a limitar el tamaño del árbol.

El volumen efectivo promedio en las plantas bajo riego permanece relativamente constante al final del experimento (Cuadros N° 2 y 3; Figura N° 11), por lo cual se puede deducir que el incremento en el volumen total se debe a un aumento de la parte interna o improductiva del árbol. Mientras que el volumen efectivo promedio en las plantas de secano se incrementó en 0.9 m³ aproximadamente (Cuadros N° 2 y 3; Figura N° 11), o sea que el mayor crecimiento del volumen total se debe al aumento de la zona productiva, aunque también se observó un incremento de la parte improductiva del árbol.

La disminución del volumen efectivo en la segunda fecha de evaluación en tres de los cuatro tratamientos (Figura N° 11), se debe a que el peso de la fruta compacta el árbol y además dificulta las mediciones.

A continuación se presenta la relación entre las variables de rendimiento y el volumen de la copa.

El número de frutos por m³ del volumen total en las plantas regadas fue estadísticamente mayor a las plantas de secano (Cuadro N° 4 y Figura N° 13), de esto surgen 3 posibles consideraciones: a) que las plantas de riego presentaron inicialmente un mayor número de flores que los árboles de secano; b) que las plantas de riego y secano tuvieran una similar cantidad de flores, pero que las primeras mostraron un mayor porcentaje de cuajado de flores; c) que se dieran las dos consideraciones anteriores a la vez. El número de frutos por volumen efectivo tuvo la misma tendencia que el volumen total, aunque no fue significativa (Cuadro N° 4 y Figura N° 13).

Los kilos de fruta por volumen total y efectivo fueron muy similares entre las plantas de riego y secano. Ya que se produjo una compensación entre los componentes del rendimiento, las plantas de secano si bien presentaron menor número de frutos por volumen total y efectivo, el peso promedio de éstas fue significativamente mayor a las plantas bajo riego (Cuadro N° 4 y Figura N° 12).

Los kilos exportables por volumen total y efectivo siguen la misma tendencia del peso promedio del fruto, siendo aquellos mayores en las plantas de secano (Cuadro N° 4); el peso promedio del fruto está altamente correlacionado con el diámetro del fruto.

El factor poda afectó solo significativamente de forma negativa los kilos de fruta exportable por volumen total (Cuadro N° 4), al igual que en la mayoría de las variables anteriores la poda no logró niveles de significancia. Las plantas podadas mostraron un menor rendimiento por volumen total y efectivo de la copa, debido a un menor número de frutas, aunque estas diferencias no fueron significativas.

5.3 CRECIMIENTO VEGETATIVO

La longitud promedio de los brotes de verano y otoño fueron estadísticamente mayor en las plantas de secano (Cuadro N° 5 y Figura N° 14), siendo más marcada esa diferencia en la brotación de otoño. Los árboles en secano tienen un menor número de frutas por m³, lo cual permite a las plantas crecer más en comparación a las de riego que al presentar un mayor número de frutos por m³, limita el crecimiento vegetativo siendo más afectado en la medida que el desarrollo del fruto se acelera.

La mayor longitud promedio de los brotes de verano de las plantas de secano, produjo un menor número promedio total y por m² de brotes; lo que indica que cuanto mayor número de brotes hay, menor cantidad de fotoasimilados le va a tocar a cada uno. Esto último coincide con un principio fundamental de la poda señalado por González Sicilia (1968) y Villalba (1996). Sin embargo, la brotación de otoño fue significativamente mayor en las plantas de secano, tanto en longitud como en el número total y por m²; esto es debido al menor número de frutos que presentan éstas plantas, lo que permite crecer tanto en número como en longitud a los brotes (Cuadro N° 5 y Figuras N° 14, 15 y 16).

La poda influyó significativamente y de forma positiva en el número de brotes promedio total y por m² de la brotación de verano, esta última también presentó mayor longitud promedio aunque esta no fue estadísticamente diferente con las plantas sin podar (Cuadro N° 5 y Figuras N° 14, 15 y 16). Lo señalado recientemente no concuerda con lo mencionado en el párrafo anterior por González Sicilia (1968) y Villalba (1996). González Sicilia (1968) y Villalba, (1996) citan que la mejor época para evaluar la intensidad de la poda sería a principios de verano; con esto y lo presentado anteriormente se puede decir que la intensidad fue adecuada porque el vigor fue medio.

5.4 DISTRIBUCION DE CALIBRES

5.4.1 Distribución absoluta y relativa de calibres

La poda al igual que en los puntos anteriores no afectó significativamente a ninguna de las categorías en la distribución de calibres, sin embargo el riego influyó estadísticamente en la mayoría de las diferentes categorías del diámetro del fruto (Cuadros N° 6, 7, 8 y 9).

La distribución absoluta y relativa de calibres en kilogramos de fruta (Cuadros N° 6 y 8), puede ser explicada por el comportamiento del número de frutos por planta (Cuadro N° 1).

Los tratamientos de riego en la distribución absoluta de calibres (kilo y número) presentaron estadísticamente mayores valores de las categorías menores a 72.9mm, mientras que las plantas de secano mostraron significativamente mayores valores de los calibres superiores a 73mm (Cuadros N° 6 y 7). Esto se debe a que los tratamientos de secano tuvieron una menor carga de frutas, o sea una menor competencia entre frutos y una mayor área foliar por fruto, lo que produce un mayor tamaño. En cambio, en las plantas bajo riego solamente aquellos frutos mejor ubicados alcanzaron tamaños superiores a los 73mm.

5.5 VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCION DE LUZ

La distribución de la luz dentro de la copa del árbol decrece marcadamente desde el exterior al centro de la copa (Cuadros N° 10, 11, 12 y 13), debido al sombreado causado por las hojas exteriores. Esto coincide con lo mencionado por Heinicke, (1975) citado por Phillips, (1978); Iwagaki, (1981).

La radiación fotosintéticamente activa (PAR) fue relativamente alta en la posición superior de la fila y entrefila a partir de los 100cm desde el centro del árbol, mientras que en la posición media de la fila solamente se alcanzan esos valores a partir de los 125cm desde el centro de la copa del árbol (Cuadro N° 12). Esto confirma lo mencionado por Syvertsen (1984); Vu y Yelenoski (1988) citados por Spiegel Roy y Goldschmidt (1996) que los niveles de saturación de luz (600-700 PAR) se alcanzan solamente en las capas externas de la copa del árbol.

La radiación fotosintéticamente activa (PAR) no presentó aumentos al final del ensayo en las posiciones media e inferiores de los tratamientos de secano (Cuadros N° 12 y 13), esto explicaría lo señalado en el ítem 5.2 (Cuadros N° 2 y 3) en el cual las plantas sin riego presentan un mayor crecimiento de la parte productiva o efectiva de la copa, lo cual impidió la penetración de la luz a la parte interna de la copa de estos árboles. Sin embargo, en las plantas de riego aumentó la radiación fotosintéticamente activa en las mismas posiciones anteriores (Cuadros N° 12 y 13), esto explicaría lo mencionado en el ítem 5.2 (Cuadros N° 2 y 3) en el cual se obtuvo un mayor crecimiento de la parte interna o improductiva de la copa, debido a que la parte productiva prácticamente no creció favoreciendo así la penetración de la luz a la parte interna del árbol.

En la posición superior de la entrefila de las plantas regadas, la distribución relativa de la luz en toda la copa del árbol fue menor a las plantas de secano (Cuadro N° 13), debido al mayor volumen total de las primeras.

5.6 EFECTOS EN LA CALIDAD DE LA FRUTA

El peso y diámetro promedio del fruto fue significativamente menor en las plantas regadas (Cuadro N° 14), debido al gran número de frutos por planta que hay y a la competencia que existe entre ellos. El peso promedio de la cáscara también fue menor en las plantas regadas, esto se explica porque la fruta de riego fue de menor tamaño y por lo tanto dio menor peso de cáscara, debido a que hay una relación positiva entre el tamaño del fruto y el peso de la cáscara.

El riego no afectó significativamente el color del jugo y de la cáscara, espesor y porcentaje de la cáscara (Cuadros N° 14 y 15).

Las plantas podadas aumentaron significativamente el color del jugo (Cuadro N° 14), posiblemente debido a la mayor intercepción de luz que presentaron éstas plantas. Los árboles sin podar mostraron menor brix, mayor acidez y por lo tanto tuvieron significativamente menor ratio, en relación con las plantas podadas (Cuadro N° 15).

Los tratamientos de riego fueron significativamente mayores en el brix y acidez, mientras que el ratio y porcentaje de jugo fue estadísticamente menor en comparación con las plantas de secano (Cuadro N° 15). Esto no coincide con lo señalado por Davies y Albrigo (1994); García (1995). El ratio fue menor en las plantas regadas debido a que el brix fue mayor y que la acidez aumentó en mayor proporción que el brix.

La posición de la fruta en el árbol afectó la calidad de la misma (Cuadros N° 14 y 15), esto concuerda con lo mencionado por Syvertsen y Albrigo (1980). El sector superior presentó una tendencia a tener un mayor peso y diámetro promedio del fruto (Cuadro N° 14), debido a la mayor actividad fotosintética de esas hojas. Los sectores superiores y exteriores tendieron a mostrar mayor color, espesor y peso de la cáscara (Cuadro N° 14), lo cual puede ser atribuido a la mayor iluminación que recibe la fruta y las hojas en esos sectores aumentando de esa forma la cantidad de asimilados para esos frutos, además en esos sectores se dan los mayores tamaños de fruta teniendo esto cierta relación con el peso de la cáscara.

Los sectores interiores muestran menores valores de brix en comparación con los sectores superiores y exteriores (Cuadro N° 15), esto coincide con lo señalado por Syvertsen y Albrigo (1980). Mientras que los sectores exteriores en promedio tienen mayor acidez que los sectores interiores, no concordando esto con lo mencionado por Syvertsen y Albrigo (1980); de esto resulta que el ratio es mayor en los sectores superiores y exteriores debido al mayor brix de éstos últimos.

La posición de la fruta en la copa del árbol no influyó en el porcentaje de jugo de la fruta, lo cual coincide con lo citado por Syvertsen y Albrigo (1980). Esta variabilidad debería ser tomada en cuenta a los efectos de realizar un adecuado muestreo del índice de maduración de la planta, para efectuar una buena cosecha.

6. CONCLUSIONES

Los factores estudiados (riego y poda), mostraron un comportamiento diferente. El riego afectó significativamente la mayoría de las variables de rendimiento, volumen de copa, relación rendimiento-volumen de copa, crecimiento vegetativo, distribución absoluta y relativa de calibres y la calidad de fruta. Los tratamientos bajo riego presentaron mayor rendimiento por planta (kg y n°), mayor volumen de la copa, mayor número de frutos/volumen total de la copa con relación a los tratamientos de secano. Esto produjo que las plantas de secano tuvieran mayor peso promedio de la fruta y un aumento en la distribución de calibres hacia las categorías más grandes en comparación con las plantas regadas. En contraste con el riego, la poda influyó solamente en los kilogramos de fruta exportable/volumen total, en el número de brotes promedio total y por m² de la brotación de verano, en el color del jugo y en el ratio de la fruta. Este factor no logró los resultados esperados (tamaño del fruto, distribución de calibres, rendimiento), quizás para ello la misma debería haber sido más severa; aunque también era de esperar que al ser el primer año de poda, ésta no afectara de forma significativa en la mayoría de las variables estudiadas. Por lo mencionado anteriormente, sería aconsejable observar la respuesta a la poda de estas plantas en por lo menos 2 o 3 años de podas continuas y con diferentes intensidades para evaluar el efecto en el desarrollo de la planta, rendimiento, distribución de calibres y calidad de fruta.

7. RESUMEN

Este experimento fue realizado en árboles de naranja Valencia late (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) de 12 años de edad sobre el portainjerto trifolia (*Poncirus trifoliata*), desarrollándose la etapa de campo desde agosto de 1997 a setiembre de 1998 en el departamento de Salto (Uruguay). Se aplicaron cuatro tratamientos que surgen de la combinación de dos factores (riego y poda): a) riego con poda; b) riego sin poda; c) secano con poda; d) secano sin poda. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de la poda bajo condiciones de riego y secano en el crecimiento vegetativo, la producción, los parámetros de calidad y la distribución de la luz dentro de la planta.

Los tratamientos bajo riego aumentaron significativamente: el rendimiento en un 30%, el volumen de la copa (total y efectivo), el número de frutos/volumen total de la copa, también el brix y la acidez; disminuyendo el ratio y el porcentaje de jugo con respecto a los tratamientos de secano. Estos últimos presentaron un mayor incremento promedio en el volumen total y efectivo de la copa del árbol de un 15% y 14% respectivamente, además mostraron un mayor porcentaje en peso de fruta de los calibres superiores a 73mm en comparación con las plantas regadas. A diferencia de lo que ocurre con el riego, la poda afectó solo significativamente el ratio de la fruta de las variables mencionadas anteriormente. Aunque además las plantas podadas mostraron un mayor número de brotes promedio total y por m² de la brotación de verano, así como también incrementó el color del jugo de la fruta.

8. SUMMARY

An assay on 12 year-old Valencia late (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) citrus trees grafted on trifolia rootstock (*Poncirus trifoliata*) was conducted from August of 1997 to September of 1998 in Salto area (Uruguay) in order to evaluate the effect of pruning and irrigation on tree productivity.

Four treatments were tested: a) irrigation with pruning; b) irrigation without pruning; c) no irrigation with pruning and d) no irrigation and no pruning. It was recorded vegetative growth, production, fruit quality and light distribution inside the canopy.

Treatments under irrigation statistically increased: the yield in 30%, the canopy volume (total and effective), the number of fruits by m³ of canopy volume, and the sugar and acidity content of the fruits, in addition the maturity index (ratio E/A) and fruit juice content decreased.

Treatments without irrigation had the mayor increment in total and effective canopy volume by tree, 15% and 14% respectively, and the mayor percentage of fruits in sizes over 73mm. The pruning did not affect the mayor productivity parameters, but the pruned trees showed the biggest amount of shoots in the summer flush and in the juice fruit color.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGUSTI, M. 1993. El tamaño del fruto en los Agrios. In Congreso de Citricultura de la Plana (1º, 1993, Nules, España). pp. 77-88.
2. AGUSTI, M.; ALMELA, V. 1989. El cultivo de la mandarina Fortune en España. Problemas y Perspectivas. *Fruticultura Profesional* N°25: 39-48.
3. AGUSTI, M.; ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en Citricultura. Barcelona. Editorial Aedos. 261p.
4. AGUSTI, M.; ALMELA, V.; PONS, J. 1988. Rayado y estímulo de la floración en los Agrios. Su aplicación agronómica. In Actas del III Congreso, SECH.
5. AGUSTI, M.; ALMELA, V.; AZNAR, M. 1990. Rayado y tamaño final del fruto en los agrios. *Actas de Horticultura*. 6: 101-106.
6. AGUSTI, M.; ALMELA, V.; AZNAR, M.; JUAN, M.; ERES, V. 1995. Desarrollo y tamaño final de los frutos en los agrios. Valencia. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana. 80p. Serie de divulgación técnica.
7. AMOROS CASTAÑER, M. 1995. Producción de agrios. Madrid. Mundi-Prensa. 286p.
8. AMOROS CASTAÑER, M. 1991. Riego por goteo en cítricos. Manual práctico. Madrid. Mundi-Prensa. 142p. (Agroguías Mundiprensa).
9. BACON, P.; BEVINGTON, K. 1978. Effect of time of hedging on shoot growth and flowering in Citrus. In International Society Citriculture Congress (1978, Sydney, Australia) Proceedings. pp. 314-316.
10. BANFL, G. 1996. Suelos, fertilización y riego. In Fabini, A.; Mika, R.; Larroca, L. y Anderson, C. (Eds.). Manual para productores de naranja y mandarina de la región del río Uruguay. INTA. Concordia. Argentina. pp. 93-103. (Manual Serie "A" N° 2).
11. BENNET, S.; COGGINS, C. 1984. Fruit-induced reduction of photosynthesis in field-grown citrus trees. In International Society Citriculture Congress (1984, Sao Paulo, Brasil) Proceedings. 1: 218-220.

12. BORBA, R.; DE MORAES, J.; POSES, S. 1993. Efecto de tres diferentes regímenes de riego por goteo sobre mandarinas de la variedad Satsuma. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 62p.
13. BORREL, M.; DIAZ, A. 1981. Effects of mechanical pruning on yield of Citrus trees. *In International Society Citriculture Congress (1981, Japón) Proceedings*. 1: 190-194.
14. BUJ, A.; FABADO, F.; CASTEL, J. 1990. Riego por microaspersión en naranjos. Utilización del tanque evaporímetro. *Fruticultura Profesional* N°29: 31-38.
15. CARY, P. 1981. Citrus tree density and pruning practices for the 21st Century. *In International Society Citriculture Congress (1981, Japón) Proceedings*. 1: 165-168.
16. CASTEL, J.; BUJ, A. 1988. Respuesta de naranjos adultos Salustiana al riego por goteo deficitario. *Fruticultura Profesional* N°16: 31-37.
17. DAVIES, F.; ALBRIGO, L. 1994. Citrus. Crop production science in Horticulture. CAB International. USA. 254p.
18. DONADIO, L. 1992. Pruning of citrus plants. *In International Seminar on Citrus Physiology (2º, 1992, Sao Paulo, Brasil) Proceedings*. pp. 207-219.
19. FISHLER, M.; GOLDSCHMIDT, E.; MONSELISE, S. 1983. Leaf area and fruit size on girdled grapefruit branches. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 108 (2): 218-221.
20. FRANCHI, S.; MARTINEZ, M.; PINTOS, J. 1996. Evaluación de ensayos de riego en mandarina Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.). Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 102p.
21. GARCIA, M. 1995. Efecto de diferentes momentos de riego en el rendimiento y la calidad de Citrus. Montevideo. Facultad de Agronomía. 23p. Boletín de Investigaciones N° 47.
22. GEIGER, D. 1976. Effects of translocation and assimilate demand on photosynthesis. *Journal Canadien de Botanique*. 54 (20): 2293-2407.
23. GIAMETTA, G. y ZIMBALATTI, G. 1992. Three years experiments of Citrus fruit mechanical pruning. *In International Society Citriculture Congress (1992, Italy) Proceedings*. 2: 693-696.

24. GOELL, A. 1992. The physiology of Irrigation. *In* International Seminar on Citrus Physiology (2^o, 1992, Sao Paulo, Brasil) Proceedings. pp. 173-186.
25. GOLDSCHMIDT, F.; GOLOMB, A. 1982. The carbohydrate balance de alternate bearing Citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *Journal American Society Horticultural Science*. 107 (2): 206-208.
26. GONZALEZ SICILIA, E. 1968. El cultivo de los agrios. 3^a ed. Valencia, España. Editorial Bello. 814p.
27. GUARDIOLA, J.; AGUSTI, M.; ALMELA, V.; GARCIA-MARI, F. 1982. The regulation of fruit size in Citrus by tree factors. *In* International Horticultural Congress (21st, 1982, Hamburgo, Alemania). 1: 1363 (Abstr.).
28. HIELD, H.; HILGEMAN, R. 1969. Alternate bearing and chemical fruit thinning of certain citrus varieties. *In* International Citrus Symposium (1^o, 1969, Riverside, USA) Proceedings. University of California. 3: 1145-1153.
29. HILGEMAN, R. 1972. Effect of pruning old "Marsh" grapefruit trees on yield, size and grade of fruit. *Hort. Science*. 7 (2): 122-124.
30. HILGEMAN, R. 1977. Responses of citrus trees to water stress in Arizona. *In* International Society Citriculture. Proceedings. 1: 70-74.
31. HO, L. 1992. Fruit growth and sink strength. Aspects of development, enviromental physiology and ecology. *In* Fruit and seed production. Marshall, C. y Grace, J. (Eds.) Cambrige, University Press. pp. 101-124.
32. INTRIGLIOLO, F.; RACITI, A.; SCUDERI, A. 1988. Mechanical and aided pruning combined with tree removal of nucellar "Tarocco" orange. *In* International Citrus Congress (6^o, 1988, Tel Aviv, Israel). 2: 947-952.
33. IWAGAKI, I. 1981. Tree configuration and pruning of Satsuma mandarin in Japan. . *In* International Society Citriculture Congress (1981, Japón) Proceedings. 1: 169-172.
34. IWAHORI, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. *In* International Society Citriculture Congress (1978, Sydney, Australia) Proceedings. pp. 263-270.
35. JUSCAFRESA, B. 1967. Las podas y desarrollo de los frutales. Barcelona. Ediciones Cedel. 221p.

36. KRAJEWSKI, A. 1996. Pruning of citrus in Southern Africa: a hacker's guide. *Citrus Journal*. 6 (4): 19-23.
37. LENZ, F. 1978. Photosynthesis and respiration of Citrus as dependent upon fruit load. In *International Society Citriculture Congress (1978, Sydney, Australia) Proceedings*. 1: 70-71.
38. LEVY, Y.; BAR-AKIVA, A.; VAADIA, Y. 1978. Influence of irrigation and environmental factors on Grapefruit acidity. *Journal American Society Horticultural Science*. 103 (1): 73-76.
39. LEVY, Y.; SHALHEVET, J.; BIELORAI, H. 1979. Effect of irrigation regime and water salinity on grapefruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 104 (3): 356-359.
40. LOUSSERT, R. 1992. *Los agrios*. Madrid. Mundi-Prensa. 319p.
41. MAUTONE, A.; URETA, A. 1995. Evaluación de ensayo de riego en naranja W. Navel. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 58p.
42. MIOZZO, A.; KOLLER, O.; SCHWARZ, S.; PANZENHAGEN, N. 1992. Efeito da poda de ramos e do raleio manual de frutos sobre a producao de tangerineiras "Montenegrina". *Revista Brasileira de Fruticultura*. 14 (2): 59-63.
43. MONSELISE, S. 1979. The use of growth regulators in Citriculture; a review. *Scientia Hortic*. 11: 151-162.
44. MONSELISE, S.; GOLDSCHMIDT, E.; GOLOMB, A. 1981. Alternate bearing in Citrus and ways of control. In *International Society Citriculture Congress (1981, Japón) Proceedings*. 1: 239-242.
45. MONSELISE, S.; GOLDSCHMIDT, E.; GOLOMB, A.; ROLF, R. 1983. Alternate bearing in Citrus: long-term effects of a single girdling treatment on individual "Michal" tangerine branches. *Journal American Society Horticultural Science*. 108 (3): 373-376.
46. MORESHET, S.; COHEN, Y.; FUCHS, M. 1988. Water use and yield of a mature Shamouti orange orchard submitted to root volume restriction and intensive canopy pruning. In *International Citrus Congress (6º, 1988, Tel Aviv, Israel)*. 2: 739-746.
47. MORIN, C. 1980. *Cultivo de citricos*. 2ª ed. Lima, Perú. IICA. 598p.

48. MOSS, G.; BEVINGTON, K.; GALLASCH, P.; EL ZEFTAWI, B.; THORNTON, I.; BACON, P.; FREEMAN, B. 1977. Methods to control alternate cropping of Valencia orange trees in Australia. *In* International Society Citriculture. Proceedings. 2: 704-708.
49. OTTO, L. 1979. Penetration of photosynthetically active radiation as a measurement of canopy density of Citrus trees. *Journal American Society Horticultural Science*. 104 (4): 557-560.
50. PALACIOS, J. 1978. *Citricultura moderna*. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 409p.
51. PANZENHAGEN, N.; KOLLER, O.; SCHWARZ, S.; MIOZZO, A. 1992. Efeito da poda e raleio de frutos j6venes sobre a producao de tangerineiras "Montenegrina". *Revista Brasileira de Fruticultura*. 14 (2): 53-58.
52. PHILLIPS, R. 1978. Tree size control. Hedging and Topping citrus in high-density plantings. *Proc. Florida State Horticultural Society*. 91: 43-46.
53. PHILLIPS, R. 1984. Pruning. Rejuvenation pruning of Citrus. *The Citrus Industry*. 65 (7): 13-19.
54. PORPIGLIA, P.; BARDEN, J. 1981. Effects of pruning on penetration of photosynthetically active radiation and leaf physiology in Apples trees. *Journal American Society Horticultural Science*. 106 (6): 752-754.
55. PRALORAN, J. 1977. *Los agrios. T6cnicas agrcolas y producciones tropicales*. Barcelona. Blume. 520p.
56. RACITI, G.; SPINA, P.; SCUDERI, A.; INTRIGLIOLO, F. 1981. Three years of mechanical pruning of citrus in Italy. *In* International Society Citriculture Congress (1981, Jap6n) Proceedings. 1: 175-180.
57. RAGONE, M. 1996. Manejo del monte. *In* Fabini, A.; Mika, R.; Larroca, L. y Anderson, C. (Eds.). *Manual para productores de naranja y mandarina de la regi6n del r6o Uruguay*. INTA. Concordia. Argentina. pp. 114-123. (Manual Serie "A" N6 2).
58. REBOUR, H. 1969. *Los agrios. Manual pr6ctico de citricultura*. 2^a ed. Madrid. Mundi-Prensa. 332p.
59. SANCHEZ BLANCO, M.; TORRECILLAS, A.; SOLLER, J. 1989a. Efecto del riego en la alternancia productiva de los citricos. *Fruticultura Profesional* N621: 85.

60. SANCHEZ BLANCO, M.; TORRECILLAS, A.; DEL AMOR, F.; LEON, A.; SANCHEZ TORIBIO, M. 1989b. Efectos del riego en aspectos de la biología floral del limonero Verna. *Fruticultura Profesional* N°22: 30-33.
61. SARDO, V.; GERMANA, C. 1988. Water stress and orange yield. *In Acta Horticulturae*. 228: 245-251.
62. SHALHEVET, J.; LEVY, Y. 1990. Citrus trees. *In Irrigation of Agricultural Crops*. Stewart, B.; Nielsen, D. Madison, (Eds.) Wisconsin, USA. pp. 951-979 (Agronomy N°30).
63. SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. 1996. Biology of citrus. Biology of horticultural crops. Cambridge University. 230p.
64. SPINA, P.; GIUFFRIDA, A.; MELITA, E. 1984. Cultural practices, spacing and pruning. *In International Seminar on Citrus Physiology* (2°, 1992, Sao Paulo, Brasil) Proceedings. 1: 106-109.
65. SYVERTSEN, J.; ALBRIGO, L. 1980. Some effects of Grapefruit tree canopy position on microclimate, water relations, fruit yield, and juice quality. *Journal American Society Horticultural Science*. 105 (3): 454-459.
66. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. COMISION HONORARIA DEL PLAN CITRICOLA. 1997. Censo Nacional Citricola 1996. Montevideo. 100p.
67. VILLALBA, D. 1996. Poda y rayado en el cultivo de los cítricos. Moncada. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana. 25p. (Apuntes, 2º Ed.)
68. WIEGAND, C.; SWANSON, W. 1982. Citrus responses to Irrigation: III. Tree trunk and canopy growth. *Journal Río Grande Valley Horticultural Society*. 35: 97-107.
69. ZARAGOZA, S.; ALONSO, E. 1981a. Citrus pruning in Spain. *In International Society Citriculture Congress* (1981, Japón) Proceedings. 1: 172-175.
70. ZARAGOZA, S. y ALONSO, E. 1981b. La frecuencia de la poda manual de los agrios. Primeros resultados. Madrid. *Annales INIA*. pp.133-142. *Servicios Agrícolas* N° 15.
71. ZARAGOZA, S.; TRENOR, I.; ALONSO, E.; PRIMO-MILLO, E.; AGUSTI, M. 1992. Treatments to increase the final fruit size on Satsuma "Clausellina". *In International Society Citriculture Congress* (1992, Italy) Proceedings. 2: 725-728.

72. ZARAGOZA, S.; TRENOR, I.; ALONSO, E. 1997. La poda de los agrios. Influencia en la producción y en la calidad. *Levante Agrícola*. 36 (340): 208-215.
73. ZEKRI, M.; PARSONS, L. 1989. Grapefruit leaf and fruit growth in response to drip, microsprinkler, and overhead sprinkler irrigation. *Journal American Society Horticultural Science*. 114 (1): 25-29.

ANEXO

ANEXO N°1. Temperaturas y precipitaciones durante el período del ensayo, agosto de 1997 y setiembre de 1998.

MES	Temperatura media (°C)	Temperatura media máxima (°C)	Temperatura media mínima (°C)	Precipitaciones mm
Agosto '97	15.4	21.2	9.9	22.8
Setiembre'97	16.2	22.2	10.1	57.8
Octubre'97	18.9	24.4	13.3	98.2
Noviembre'97	22.0	27.1	16.9	197.4
Diciembre'97	23.5	28.7	18.2	443.7
Enero'98	23.5	28.7	18.3	560.6
Febrero'98	23.1	27.9	18.8	127.4
Marzo'98	20.2	25.3	15.3	438.0
Abril'98	17.7	21.9	14.0	192.0
Mayo'98	15.6	20.4	11.3	118.5
Junio'98	12.4	17.8	7.8	181.1
Julio'98	13.6	18.3	9.3	37.3
Agosto'98	12.9	18.7	7.8	36.0
Setiembre'98	14.2	20.2	8.2	128.3

ANEXO N°2. Cuadros de análisis de varianza para las principales variables que presentaron diferencias estadísticas.

A) Variables de rendimiento

- **Variable:** Kilogramos de fruto por planta

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	14991.501	14991.501	15.3308	0.0029
Error	10	9778.662	977.866		
Factor B	1	495.496	495.496	2.0585	0.1819
AB	1	237.951	237.951	0.9886	
Error	10	2407.019	240.702		
Total	23	27910.629			

Media general = 175.866

Coefficiente de variación: 8.82%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 23.39

- **Variable:** Número de frutos por planta

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1493008.167	1493008.167	24.4305	0.0006
Error	10	611125.833	61112.583		
Factor B	1	9520.167	9520.167	0.6508	
AB	1	15606.000	15606.000	1.0668	0.3260
Error	10	146281.833	14628.183		
Total	23	2275542.000			

Media general = 1183.500

Coefficiente de variación: 10.22%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 221.3

- **Variable:** Peso promedio por fruto (g)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	2724.270	2724.270	51.9227	0.0000
Error	10	524.679	52.468		
Factor B	1	39.322	39.322	0.6129	
AB	1	7.304	7.304	0.1138	
Error	10	641.567	64.157		
Total	23	3937.142			

Media general = 151.404

Coefficiente de variación: 5.29%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 14.66

- **Variable:** Kilogramos de fruta exportable (>67mm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1.799	1.799	0.0048	
Error	10	3765.741	376.574		
Factor B	1	597.303	597.303	1.4674	0.2536
AB	1	59.315	59.315	0.1457	
Error	10	4070.381	407.038		
Total	23	8494.538			

Media general = 120.039

Coefficiente de variación: 16.81%

- **Variable:** Porcentaje en kilogramos de fruta exportable (>67mm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	2414.422	2414.422	38.8269	0.0001
Error	10	621.842	62.184		
Factor B	1	37.951	37.951	0.4460	
AB	1	90.249	90.249	1.0605	0.3274
Error	10	850.995	85.100		
Total	23	4015.459			

Media general = 69.905
 Coeficiente de variación: 13.20
 Nivel alfa de LSD al 0.01 = 16.88

B) Volumen de la copa y su relación con el rendimiento

- **Variable:** Volumen total oblado del 11/09/98

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	50.460	50.460	24.7555	0.0006
Error	10	20.383	2.038		
Factor B	1	1.707	1.707	1.0546	0.3287
AB	1	0.060	0.060	0.0371	
Error	10	16.183	1.618		
Total	23	88.793			

Media general = 11.383
 Coeficiente de variación: 11.18
 Nivel alfa de LSD al 0.01 = 2.327

- **Variable:** Volumen efectivo oblado del 11/09/98

TABLA DE ANALIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	48.167	48.167	61.3067	0.0000
Error	10	7.857	0.786		
Factor B	1	1.127	1.127	0.9045	
AB	1	0.107	0.107	0.0856	
Error	10	12.457	1.246		
Total	23	69.713			

Media general = 9.767

Coefficiente de variación: 12.73%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 2.042

- **Variable:** Kilogramos de fruta por volumen total (m³)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1.211	1.211	0.3021	
Error	10	40.069	4.007		
Factor B	1	11.914	11.914	3.8395	0.0785
AB	1	2.542	2.542	0.8190	
Error	10	31.031	3.103		
Total	23	86.766			

Media general = 15.494

Coefficiente de variación: 11.37%

- **Variable :** Kilogramos de fruta por volumen efectivo (m³)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F'	Prob
Factor A	1	4.175	4.175	0.5030	
Error	10	83.003	8.300		
Factor B	1	21.188	21.188	2.8132	0.1244
AB	1	0.226	0.226	0.0300	
Error	10	75.314	7.531		
Total	23	183.906			

Media general = 20.245

Coefficiente de variación: 13.56%

- **Variable:** Número de frutos por volumen total (m³)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1830.332	1830.332	7.4701	0.0211
Error	10	2450.221	245.022		
Factor B	1	340.582	340.582	1.3618	0.2703
AB	1	208.211	208.211	0.8325	
Error	10	2500.929	250.093		
Total	23	7330.276			

Media general = 103.388

Coefficiente de variación: 15.30%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 20.34

- **Variable:** Número de frutos por volumen efectivo (m³)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1074.816	1074.816	2.1278	0.1753
Error	10	5051.414	505.141		
Factor B	1	554.785	554.785	1.0407	0.3317
AB	1	69.939	69.939	0.1312	
Error	10	5330.835	533.083		
Total	23	12081.789			

Media general = 134.778

Coefficiente de variación: 17.13%

C) Crecimiento vegetativo

- **Variable:** Longitud de brotes de primavera (cm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	0.327	0.327	0.8232	
Error	4	1.587	0.397		
Factor B	1	0.124	0.124	0.0743	
AB	1	0.258	0.258	0.1547	
Error	4	6.675	1.669		
Total	11	8.971			

Media general = 9.997

Coefficiente de variación: 12.92%

- **Variable:** Longitud de brotes de verano (cm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1.051	1.051	10.2237	0.0855
Error	2	0.206	0.103		
Factor B	1	0.110	0.110	2.4208	0.2600
AB	1	0.218	0.218	4.7737	0.1605
Error	2	0.091	0.046		
Total	7	1.676			

Media general = 13.085

Coefficiente de variación: 1.63%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.9228

- **Variable:** Longitud de brotes de otoño (cm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	55.427	55.427	9.8687	0.0348
Error	4	22.466	5.616		
Factor B	1	4.625	4.625	1.8486	0.2455
AB	1	0.130	0.130	0.0520	
Error	4	10.008	2.502		
Total	11	92.656			

Media general = 8.969

Coefficiente de variación: 17.64%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 3.586

- **Variable:** Número de brotes por m² de la brotación de verano

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	30.940	30.940	3.7951	0.0800
Error	10	81.526	8.153		
Factor B	1	177.398	177.398	44.0684	0.0001
AB	1	9.065	9.065	2.2519	0.1643
Error	10	40.255	4.026		
Total	23	339.185			

Media general = 18.073

Coefficiente de variación: 11.10%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 3.671

- **Variable:** Número de brotes por m² de la brotación de otoño

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	2.344	2.344	8.3643	0.0160
Error	10	2.802	0.280		
Factor B	1	0.510	0.510	1.2343	0.2926
AB	1	0.667	0.667	1.6121	0.2329
Error	10	4.135	0.414		
Total	23	10.458			

Media general = 0.833

Coefficiente de variación: 77.17%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.8277

D) Distribución absoluta de calibres en kilogramos de fruta

- **Variable:** <61mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	946.647	946.647	21.6760	0.0009
Error	10	436.726	43.673		
Factor B	1	0.704	0.704	0.0282	
AB	1	37.425	37.425	1.5014	0.2485
Error	10	249.262	24.926		
Total	23	1670.765			

Media general = 10.130

Coefficiente de variación: 49.29%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 9.135

- **Variable:** 61.1-67.0mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	8651.465	8651.465	43.5733	0.0001
Error	10	1985.498	198.550		
Factor B	1	9.114	9.114	0.0549	
AB	1	289.329	289.329	1.7418	0.2163
Error	10	1661.131	166.113		
Total	23	12596.537			

Media general = 45.698

Coefficiente de variación: 28.20%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 23.58

• **Variable:** 67.1-72.9mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	4407.273	4407.273	17.7024	0.0018
Error	10	2489.653	248.965		
Factor B	1	50.605	50.605	0.5011	
AB	1	15.153	15.153	0.1500	
Error	10	1009.902	100.990		
Total	23	7972.586			

Media general = 75.200

Coefficiente de variación: 13.36%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 18.39

• **Variable:** 73.0-80.0mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	3220.630	3220.630	35.7663	0.0001
Error	10	900.464	90.046		
Factor B	1	251.683	251.683	0.8565	
AB	1	94.407	94.407	0.3213	
Error	10	2938.378	293.838		
Total	23	7405.562			

Media general = 41.25i

Coefficiente de variación: 41.55%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 22.05

- **Variable:** 80.1-88.0mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	117.440	117.440	17.7556	0.0018
Error	10	66.142	6.614		
Factor B	1	2.190	2.190	0.4793	
AB	1	3.596	3.596	0.7870	
Error	10	45.693	4.569		
Total	23	235.061			

Media general = 3.559

Coefficiente de variación: 60.07%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 3.911

E) Distribución absoluta de calibres en número de frutos

- **Variable:** <61mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	102966.000	102966.000	21.2492	0.0010
Error	10	48456.500	4845.650		
Factor B	1	24.000	24.000	0.0081	
AB	1	2604.167	2604.167	0.8813	
Error	10	29547.833	2954.783		
Total	23	183598.500			

Media general = 104.250

Coefficiente de variación: 52.14%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 99.46

- **Variable: 61.1-67.0mm**

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	635376.042	635376.042	49.6046	0.0000
Error	10	128088.083	12808.808		
Factor B	1	3015.042	3015.042	0.2763	
AB	1	11397.042	11397.042	1.0446	0.3308
Error	10	109104.417	10910.442		
Total	23	886980.625			

Media general - 362.875
 Coeficiente de variación: 28.78
 Nivel alfa de LSD al 0.01 - 191.1

- **Variable: 67.1-72.9mm**

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	207390.042	207390.042	18.7053	0.0015
Error	10	110872.083	11087.208		
Factor B	1	3060.042	3060.042	0.6631	
AB	1	1457.042	1457.042	0.3157	
Error	10	46148.417	4614.842		
Total	23	368927.625			

Media general - 479.625
 Coeficiente de variación: 14.16
 Nivel alfa de LSD al 0.01 - 124.3

• **Variable:** 73.0-80.0mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	92256.000	92256.000	38.4531	0.0001
Error	10	23991.833	2399.183		
Factor B	1	8816.667	8816.667	1.0495	0.3298
AB	1	3800.167	3800.167	0.4524	
Error	10	84007.167	8400.717		
Total	23	212871.833			

Media general = 221.083

Coefficiente de variación: 41.46%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 117.9

• **Variable:** 80.1-88.0mm

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	2242.667	2242.667	18.8750	0.0015
Error	10	1188.167	118.817		
Factor B	1	66.667	66.667	0.7715	
AB	1	88.167	88.167	1.0203	0.3363
Error	10	864.167	86.417		
Total	23	4449.833			

Media general = 15.583

Coefficiente de variación: 59.65%

Nivel alfa de LSD al 0.01 = 17.01

F) Parámetros de calidad de fruta

- **Variable:** Peso promedio del fruto (g)

TABLA DE ANALISIS DE VARTANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1172.362	1172.362	27.9080	0.0062
Error	4	168.033	42.008		
Factor B	1	75.651	75.651	0.5030	
AB	1	38.199	38.199	0.2540	
Error	4	601.633	150.408		
Total	11	2055.878			

Media general = 166.476

Coefficiente de variación: 7.37

- **Variable:** Diámetro promedio del fruto (cm)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	0.178	0.178	33.2544	0.0045
Error	4	0.021	0.005		
Factor B	1	0.024	0.024	1.8561	0.2447
AB	1	0.021	0.021	1.5913	0.2757
Error	4	0.052	0.013		
Total	11	0.297			

Media general = 6.885

Coefficiente de variación: 1.66

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.2585

- **Variable:** Peso promedio de la cáscara (g)

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	82.793	82.793	13.8227	0.0205
Error	4	23.958	5.990		
Factor B	1	15.278	15.278	1.0225	0.3691
AB	1	6.690	6.690	0.4478	
Error	4	59.763	14.941		
Total	11	198.482			

Media general = 54.052

Coefficiente de variación: 7.15%

- **Variable:** Brix

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1.135	1.135	7.2973	0.0540
Error	4	0.622	0.155		
Factor B	1	0.114	0.114	1.5111	0.2863
AB	1	0.085	0.085	1.1261	0.3484
Error	4	0.302	0.075		
Total	11	2.258			

Media general = 9.736

Coefficiente de variación: 2.82%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 3.6208

- **Variable:** Acidez

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	0.134	0.134	26.9716	0.0065
Error	4	0.020	0.005		
Factor B	1	0.008	0.008	1.1413	0.3456
AB	1	0.000	0.000	0.0107	
Error	4	0.028	0.007		
Total	11	0.190			

Media general = 1.511

Coefficiente de variación: 5.54%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.1897

- **Variable:** Ratio

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	0.755	0.755	11.8047	0.0264
Error	4	0.256	0.064		
Factor B	1	0.422	0.422	5.6294	0.0766
AB	1	0.075	0.075	1.0036	0.3731
Error	4	0.300	0.075		
Total	11	1.808			

Media general = 6.486

Coefficiente de variación: 4.22%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.6208

- **Variable:** Porcentaje de cáscara

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	1.442	1.442	1.7825	0.2528
Error	4	3.236	0.809		
Factor B	1	0.282	0.282	2.0014	0.2301
AB	1	0.145	0.145	1.0300	0.3676
Error	4	0.564	0.141		
Total	11	5.669			

Media general = 32.437

Coefficiente de variación: 1.16%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 0.8512

- **Variable:** Porcentaje de jugo

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	1	12.917	12.917	6.9660	0.0576
Error	4	7.417	1.854		
Factor B	1	1.172	1.172	1.7124	0.2608
AB	1	3.131	3.131	4.5756	0.0992
Error	4	2.737	0.684		
Total	11	27.375			

Media general = 55.199

Coefficiente de variación: 1.50%

Nivel alfa de LSD al 0.05 = 1.875