

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FENOLOGICO-REPRODUCTIVO DE
LA VARIEDAD DE LIMON FINO 49**

por

Ximena María CHOUZA CASTRO

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY**

2004

Tesis aprobada por:

Director: Alfredo Gravina
Nombre completo y firma

Héctor Arbiza
Nombre completo y firma

Alfredo Gravina
Nombre completo y firma

Juan Pablo Furest
Nombre completo y firma

Fecha: 13 de abril del 2004

Autor: Ximena Chouza
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

-Al grupo de fisiología de Citrus de Facultad de Agronomía por su colaboración desde el comienzo hasta la finalización de la tesis.

-A la familia Solari que cedió los árboles y la información relacionada a ellos. A través de esta familia va también mi agradecimiento a todos los productores que a lo largo de mi carrera han colaborado generosamente.

-Al Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Furest por su colaboración en la elección del predio para el estudio, por la información brindada y por participar como miembro del tribunal.

-A mis padres que me brindaron la posibilidad de realizar esta carrera.

-Al los Ingenieros Agrónomos del Plan Citrícola perteneciente al Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca que me brindaron material para la Revisión Bibliográfica.

-A los Ingenieros Agrónomos Fernando Montes y Andrea Pastore por brindar información sobre normas de calidad de limón para exportación y mercado interno.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	III
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	4
2.1. ASPECTOS GENERALES.....	4
2.2. CARACTERISTICAS DEL “FINO 49”.....	5
2.3. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DE LOS CITRICOS.....	7
2.3.1. <u>Temperatura</u>	7
2.3.1.1. Inducción Floral.....	8
2.3.1.2. Brotación.....	8
2.3.1.3. Floración.....	9
2.3.2. <u>Precipitaciones</u>	9
2.3.3. <u>Viento</u>	11
2.4. <u>EL CICLO FENOLOGICO-REPRODUCTIVO</u>	11
2.4.1. <u>Inducción y Diferenciación Floral</u>	11
2.4.1.1. Factores externos.....	12
2.4.1.2. Factores internos.....	13
2.4.2. <u>Brotación y Floración</u>	17
2.4.3. <u>Cuajado y Abscisión</u>	20
2.4.3.1. Factores exógenos.....	23
2.4.3.2. Factores endógenos.....	24
2.4.4. <u>Crecimiento de fruto y Maduración</u>	27
2.4.5. <u>Componentes del rendimiento</u>	29
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	32
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	37
4.1. BROTACION DE PRIMAVERA.....	37
4.2. FLORACION DE PRIMAVERA.....	38
4.3. FENOLOGIA DE LA FLORACION DE PRIMAVERA.....	39
4.4. BROTACION Y FLORACION POSTPRIMAVERA.....	42
4.4.1. <u>Brotación postprimavera</u>	42
4.4.2. <u>Floración postprimavera</u>	43
4.4.3. <u>Evolución de la brotación postprimavera por tipo de brote</u>	44

4.5. CUAJADO FINAL.....	45
4.6. ABSCISION DE ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS.....	46
4.6.1. <u>Dinámica de abscisión</u>	47
4.7. CRECIMIENTO DE FRUTO.....	48
4.8. COSECHA.....	51
4.8.1. <u>Estudio de la relación N° de flores/100nudos de primavera-N° de</u> <u>fruto cosechados</u>	53
4.8.2. <u>Estudio de la relación Rendimiento-N° de frutos</u>	54
4.8.3. <u>Estudio de la relación N° de frutos-Tamaño de fruto</u>	55
4.8.4. <u>Calidad externa de fruto</u>	57
4.8.4.1. Distribución de calibres.....	57
4.8.4.2. Nivel de daño en fruto.....	58
4.8.4.3. Tipo de daño en fruto.....	60
4.8.4.4. Color de fruto.....	61
4.8.5. <u>Calidad interna de fruto</u>	63
4.8.5.1. Número de semillas por fruto.....	63
4.8.5.2. Porcentaje de jugo.....	64
4.8.5.3. Sólidos solubles, Acidez y Ratio.....	64
5. <u>CONCLUSIONES</u>	66
6. <u>RESUMEN</u>	67
7. <u>SUMMARY</u>	68
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	69
9. <u>ANEXO</u>	76

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadros N°	Página
1. Brotación total de primavera, por tipo de brote y relación fuente/fosa..	38
2. Intensidad de Floración de primavera total y por tipo de brote.....	39
3. Evolución de la Floración postprimavera según fechas de evaluación...	43
4. Rendimiento en Kg de fruta cosechada, N° de frutos cosechados por árbol y peso promedio de fruto en cada cosecha.....	51
5. Porcentaje de incidencia del nivel de daño en el total de frutos cosechados.....	59
6. Calidad interna de fruto en las dos cosechas.....	65
Figura N°	
1.a),1.b), 1.c) y 1.d). Fenología de la floración de primavera por tipo de brote.....	41
2. Evolución de la brotación postprimavera y la temperatura mínima diaria en función del tiempo.....	42
3. Evolución de la brotación postprimavera por tipo de brote según fecha de evaluación.....	45
4. Evolución de la caída de frutos de brote en función de las fechas de evaluación.....	46
5. Evolución de la dinámica de abscisión en función de los días postfloración.....	47
6. Evolución del diámetro de fruto y la temperatura media diaria en función del tiempo.....	49
7. Evolución de la tasa de crecimiento de fruto en función del tiempo.....	50

8. Relación entre N°de flores/100nudos de primavera- N° de frutos.....	54
9. Relación Rendimiento (Kg)- Número de frutos.....	55
10. Relación Peso promedio de fruto (g)- Número de frutos.....	56
11. Relación Calibre promedio de fruto(mm)- Número de frutos.....	56
12. Distribución de calibres en el total de frutos cosechados.....	58
13. Distribución del nivel de daño en el total de frutos cosechados.....	59
14. Distribución del tipo de daño en el total de frutos cosechados.....	61
15. Distribución del color de fruto en las dos cosechas.....	62

1. INTRODUCCION

La producción citrícola en el Uruguay surge a partir del siglo XIX, pero es recién a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando se da su mayor desarrollo, constituyendo un rubro exportador por excelencia.

A medida que fue creciendo la exportación, fueron surgiendo necesidades de cambio en la forma de producción para así cumplir con las exigencias de los mercados destino de la exportación así como para conquistar nuevos mercados.

Los cambios productivos han tenido que ver con la mejora en los rendimientos y en la calidad de fruta producida. Dichos cambios han sido entre otros: el aumento en la densidad de plantación, adopción de riego, uso de los beneficios de la poda, y cambio varietal.(Gravina, 1999)

La mayor parte de las variedades introducidas al país provienen del hemisferio norte. Muchas de ellas han tenido problemas de comportamiento y adaptación a las condiciones de nuestro país, por lo que se hace necesario el estudio de su comportamiento fenológico-reproductivo con el fin de superar problemas productivos y aumentar rendimientos.(Gravina, 1999)

A continuación se presenta la evolución de la producción total anual de las principales especies de citrus en los últimos diez años:

Producción	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Limón	42210	48105	42715	42903	44376	36467	51003	48285	41759	35496	46447
Naranja	121416	149105	134997	141650	126640	141220	166091	194510	149687	109156	189007
Mandarina	52541	53367	58148	56166	50012	82057	88001	123837	94530	65185	97000
Pomelo	10421	7625	9698	9198	9298	11586	11657	14124	13135	6999	10063

Fuente:Depto. De Economía y Encuesta-Plan Citrícola-C.H.N.P.C.:información de :Encuestas de Estimación de Producción y Censo Citrícola 1996.

En Uruguay la producción de limón constituye el 10.5% del total de plantas cítricas y un 13.5% del total de la producción de cítricos nacional.(Gravina, 1999).

El volumen producido anualmente para el año 2001 es de 46447 toneladas de las cuales el 41% se destinan a la exportación.

El área plantada es de 1688 has las cuales se ubican principalmente en la zona sur del país, donde se ubica la mayor producción de limón del país. Dentro de estas 1688 has , 773 están provistas de sistemas de riego artificial(CHNPC,1997).

En cuanto a las variedades plantadas en el país, hasta el momento Lisbon es una de las más importantes en cuanto al área plantada así como al volumen producido y exportado. La variedad Lisbon, cuyo origen es discutido, según Hume(1957)y Saunt(2000) sería australiano, mientras que Russo(1985)y Spina (1985)consideran un origen portugués . Ha tenido gran expansión en California, Australia y Argentina. En España se reporta como una variedad resistente a condiciones climáticas adversas y que posee una alta productividad(Bono Ubeda et al 1983, Soler Aznar 1999).

El periodo de cosecha correspondiente a la floración de primavera(floración principal) va desde mediados del mes de mayo hasta finales del mes de setiembre, presentando además floraciones menos intensas durante todo el año, siendo la más intensa dentro de estas la de otoño, cuya fruta se cosecha en verano.

En nuestro país no se tiene suficiente información sobre su comportamiento, pero se ha determinado que las principales causas de descarte de fruta en limón han sido debidas a daños en la piel causados por viento(rameado) con una incidencia promedio de 20 a 50% , tamaño de fruta 5 a 20%(Gravina1998) y frutos deformes 30 a 60%.(Gravina, 1997)

Además de la anterior existe otra que es Fino 49 recientemente introducida como alternativa de cambio varietal que se encuentra en bancos de germoplasma y que ocupa una muy pequeña superficie de área plantada. Su origen es español y deriva a partir de selección clonal de la variedad de Limón Fino(García Lidón 1983,1987,1988)en Albudeite, Murcia. Es la variedad más plantada en Murcia, principal zona limonera de España.(Porrás, I,2001 com. pers.)* Es aquí donde se ha estudiado su comportamiento(García Lidón et al1992, 1993) y productividad(Porrás et al 1992, 2001).

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

A partir de lo estudiado se caracterizó a la variedad como árbol vigoroso, con tendencia a formar chupones, con hojas grandes y espinas fuertes.

Además es poco reflorescente, floreciendo intensamente una sola vez al año, con una floración bastante concentrada y un porcentaje de cuajado alto, entre 9.1 y 21.5%.

Su período de cosecha principal en España va desde el mes de octubre al mes de febrero

Lo que diferencia a ésta nueva variedad con respecto a la ampliamente difundida en el país según su comportamiento en España es: su intensidad de floración y alto porcentaje de cuajado, contrastando con menor intensidad de floración y alto porcentaje de cuajado que tiene Lisbon.

Por otro lado en cuanto a las características externas del fruto, Fino 49 presenta una piel mas lisa y fina que Lisbon, un mamelón puntiagudo y más pequeño, sin surco aerolar como tiene Lisbon (Soler Aznar, 1999, Bono Ubeda et al 1985). Por estas características y como alternativa de cambio de variedades es que se ha introducido en el país la variedad Fino 49 con el ya mencionado fin de mejorar calidad de fruto y así cubrir exigencias del mercado externo.

A partir del siguiente trabajo se lograra obtener información sobre el comportamiento de esta nueva variedad introducida, que nos permita aplicar medidas de manejo adecuado para obtener óptima productividad y calidad en nuestras condiciones y al mismo tiempo determinara el grado de expansión que lograra la variedad dentro de la producción de limón nacional.

2. REVISION BIBIOGRAFICA

2.1 Aspectos Generales

En Uruguay, el cultivo de limón alcanza un 10.5% del total de las plantas cítricas y el 13.5% del total de la producción de fruta.(Gravina, 1999)

El volumen producido en el año 2001 fue de 46447 toneladas, de las que el 41% se exportaron. El área plantada ocupa 1688 has, que se ubican principalmente en la zona sur del país.(CHNPC, 1997).

La variedad de limón más plantada es Lisbon y la mayoría de esas plantas tiene como portainjerto *Poncirus trifoliata*.(Gravina, 1999).

El limón [*Citrus limón* (L.) Burm.] tiene origen en la región este de los Himalayas en la India y áreas adjuntas. Posteriormente se dispersó por el Mediterráneo y desde allí a todas partes.(Reuther et al 1973)

Las variedades que existen hoy en el país han sido importadas del hemisferio norte, sobre todo de Europa. Este es el caso de la variedad Lisbon y la nueva variedad en estudio Fino 49, las dos importadas de España.(Gravina, 1999).

La planta de limón se caracteriza por ser una planta vigorosa, con crecimiento vertical y hábito abierto y con presencia de espinas fuertes. Las hojas son lanceoladas de color verde claro y sus brotes en la etapa inicial son de color morado.(ver anexo N° 1)

A diferencia de las demás especies cítricas tiene varias floraciones durante su ciclo anual. Las flores presentan en la base de los pétalos, líneas de color púrpura característico. Muchas flores son estériles por aborto del pistilo.

Las floraciones varían mucho entre una temporada y otra. En cuanto al fruto de limón, se diferencia de los demás frutos cítricos por presentar un mamelón apical, que varía en tamaño y forma entre variedades. Posee cáscara muy perfumada, pulpa de color amarillo paja y sabor ácido.

Los frutos también varían mucho entre una temporada y de forma que esa variación es mayor entre las distintas floraciones que hay en el año que entre variedades(Reuther et al, 1973). Coincidentemente (Villavicencio et al, 1996), observaron las diferencias que existen en la curva de crecimiento y propiedades del fruto de limón en función de la estación de crecimiento y el momento de cuajado. A partir de este trabajo se concluyó que si bien ambas curvas de crecimiento de frutos cuajados en otoño y en primavera eran de tipo sigmoide existen diferencias entre ellas en el período inicial de crecimiento. Los frutos de otoño presentan un período inicial de crecimiento muy lento que dura cuatro meses debido a las bajas temperaturas que existen en esos momentos, en tanto que los de primavera tienen un período inicial de crecimiento muy rápido esto conduce a que los frutos de otoño demoren 9 meses en llegar a la madurez contra los de primavera que demoran sólo 7 meses.

En cuanto a las características de los frutos maduros los frutos que cuajaron en otoño tienen un mamelón más chico, piel más lisa, menor porcentaje de jugo y menos semillas que los frutos que cuajaron en primavera.

2.2 Características del “Fino 49”

El cultivar Fino49, es de origen español(Reuther et al, 1973) y corresponde a una selección clonal del cultivar “Fino” obtenida en Albudeite, Murcia(García Lidón et al, 1983, 1987, 1988).

Es el cultivar más plantado en dicha región(Porrás, 2001 com. pers.)* la principal zona productora de limón de España. Esta variedad ocupa aproximadamente un 31% del área plantada con limón en dicha región(García Lidón et. al., 1988).

Fino 49 se caracteriza por ser una planta de tamaño mediano a grande, propensa a producir chupones, con presencia de espinas gruesas y muy productiva. (ver anexo N° 2) Es entre los clones de limón Fino el más vigoroso.(García Lidón et. al., 1988) Es una variedad muy rústica, presentando un alto grado de adaptación a las zonas y condiciones de cultivo de España(García Lidón et.al.,1987).

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

Presenta follaje denso, con hojas grandes. Tiene como característica que tiende a producir más fruta en la base de la rama que en el extremo. (Reuther et al, 1973)

El fruto presenta corteza fina y lisa. La forma del fruto es esférica a ovalada, con un mamelón estilar puntiagudo y pequeño, sin cuello en la zona de inserción del pedúnculo. (ver anexo N°3) Posee además, un color más verdoso que otras variedades, lo cual permite que el fruto mantenga un color más adecuado a lo largo del tiempo y comparado con otros clones de limón Fino es el que tiene el mejor color de fruto para consumo en fresco.(García Lidón et. al., 1988)

La pulpa es rica en jugo(>a 35% de jugo) (García Lidón, et al, 1987) y tiene elevada acidez(7%)(Saunt, 2000). En las condiciones de España presenta un número medio de semillas(8.4 semillas por fruto) (García Lidón, et al, 1987).

Esta variedad produce fruta desde principios de octubre a finales de febrero en España, presentando la mayor producción a partir de la floración de primavera, la cual es bastante concentrada en las condiciones de Murcia según García Lidón et al (1993). Puede presentar una segunda floración en verano, pero es escasa, ya que se trata de una variedad poco refluorescente(Soler Aznar et al 1999).Esto coincide con lo expuesto por Porras(et. al., 1992)donde la producción de frutos de la floración de verano y del resto de las floraciones a lo largo del año es muy baja y sólo llega al 11% del total producido por el árbol.

Esta variedad tiene como ventajas; no presentar vecería, lograr altos rendimientos y tiene una precoz entrada en producción.(García Lidón et. al., 1988)

Observaciones a campo indican que el clon Fino 49 mantiene durante más tiempo en el árbol las condiciones comerciales de calidad de los frutos de primavera , logrando que los mismos tengan mayor consistencia y menor caída.

Según Porras y García Lidón, en un estudio realizado en el año 1992, donde se comparó la floración, el cuajado y la caída de estructuras reproductivas de diciembre o “June drop” de dos variedades de limón; Eureka Frost y Fino 49, se determinó que Fino 49 tenía menor intensidad de floración que Eureka pero a su vez su porcentaje de cuajado final era mayor. Además la variedad Fino 49 mostró una tendencia a tirar en mayor cantidad estructuras reproductivas en estado de flor que Eureka.

2.3. Requerimientos climáticos de los cítricos

Los citrus presentan ciertos requerimientos climáticos para su desarrollo, los cuales determinan la cantidad y la calidad de la producción. Los principales factores climáticos que afectan a los citrus son: temperatura, precipitaciones, viento.

2.3.1. Temperatura

En cuanto a la temperatura, según Green(1976) los citrus no soportan valores por debajo de 3°C, lo que los hace sensibles a heladas.

Según Muller(1993), en nuestro país las heladas intensas, de gran duración y tardías son las más peligrosas, pues repercuten sobre la floración y por tanto comprometen la producción del año siguiente. Su efecto es aún más deletéreo si existen asociados períodos de sequía.

En el caso del limonero, existe una mayor sensibilidad a bajas temperaturas en comparación con otros citrus por lo que el cultivo se ubica en zonas subtropicales.(García Lidón et. al.,1989)

En Uruguay la mayoría de los montes de limón se encuentra en la zona sur, debido a la cercanía al mar lo cual logra atenuar los extremos de temperatura y la severidad de las heladas. (Muller, 1993)

En cuanto a las temperaturas altas, los citrus según Muller(1993) pueden soportar hasta 50°C siempre que exista suficiente agua en el suelo.

Se ha comprobado que en regiones tropicales de altas temperaturas, la fruta es excesivamente grande, en tanto que en zonas de clima frío o templado la fruta alcanza tamaños más adecuados para la comercialización (Green, 1976)

2.3.1.1. Inducción Floral

Para la inducción floral en los citrus es muy importante la temperatura, según Janick(1990) quien asegura que el fotoperiodo no es el que induce la floración , sino la temperatura.

Si bien se necesitan bajas temperaturas invernales en climas templados como el de nuestro país para estimular la inducción en los citrus, éstas no deben ser menores a -2.7°C.

La iniciación floral en los nuevos brotes esta fundamentalmente influenciada por la temperatura del aire, produciendo más flores a temperaturas bajas del aire de(20°C día /15°C noche) que a temperaturas mayores (30°C día /15°C noche).

Por otro lado las bajas temperaturas favorecen la producción de inflorescencias sin hojas, mientras el mayor número de brotes florales con hojas se producen en condiciones de temperatura de suelo y aire más cálidas.(Hall et. al.,1977)

2.3.1.2. Brotación

Las temperaturas menores a 12°C, inhiben la brotación, así como la actividad radicular, siendo la temperatura óptima entre 24y 31°C (Janick, 1990).

Las temperaturas cálidas(25°C) tanto del aire como del suelo llevan a lograr mayor número de yemas brotadas que las temperaturas más bajas(15°C) tanto de aire como de suelo, pero a su vez la iniciación de las yemas vegetativas es mayor en condiciones de suelo cálido y al mismo tiempo no está influenciada por las temperaturas diurnas y nocturnas del aire. (Hall et. al.,1977)

La temperatura del aire por su lado tiene influencia en la longitud del brote, así es como al aumentar la primera aumenta el largo del brote. (García Lidón, 1993) Del mismo modo las temperaturas del aire y suelo cálidas resultan en una mayor producción de materia seca en hojas y ramas. (Hall et. al., 1977)

2.3.1.3. Floración

La iniciación floral tarda menos tiempo en completarse bajo condiciones de temperatura diurna cálida (20°C). (Hall et. al., 1977)

2.3.2. Precipitaciones

El estrés hídrico es otro factor ambiental que afecta la inducción, la respuesta floral es proporcional al tiempo que duró el estrés y la intensidad de brotación esta directamente correlacionada también con la intensidad del estrés. (Janick, 1990)

Según Gravina (1999), en nuestro país, de clima subtropical, el factor ambiente desencadenante de la inducción son las bajas temperaturas otoñales e invernales, pero el estrés hídrico en verano en árboles sin riego y con poca carga de fruta puede llevar a la inducción. En zonas tropicales el estrés hídrico es el factor desencadenante de la floración.

Por otra parte, según Green (1973), el periodo más sensible al estrés hídrico para la planta, va desde momentos antes de floración hasta después de la caída fisiológica, déficits hídricos en estos momentos llevan a una excesiva floración y un menor cuajado.

Se han realizado varios estudios para determinar el efecto que tienen el estrés hídrico sobre la producción y la calidad del fruto.

En un estudio hecho por Barbera y Carimi (1998), donde se buscaba determinar el efecto del estrés hídrico en el rendimiento y la calidad de fruta en limón Fino, se llegó a la conclusión de que la mejor respuesta de los árboles es cuando el potencial hídrico no excede los -2.7 Mpa. La mayor floración, se dio con el estrés más severo, que duró 10 semanas. La tasa de

cuajado y la calidad de fruto no tuvo diferencia entre los distintos niveles de estrés. Existe un efecto en el tamaño de fruto, siendo este menor con el estrés más severo, pero no así para los otros parámetros de calidad de fruto como sólidos solubles totales(SST), acidez y porcentaje de jugo.

Según otro estudio realizado por Torrecillas et al (1996), donde se midió el efecto de la intensidad del estrés, no se encontraron diferencias en calidad de fruto entre los tratamientos.

A pesar de lo anterior Green(1976) determinó que la humedad en el suelo es un factor limitante en la producción y que es necesario suplementar con riego artificial, para que el estrés hídrico no afecte, el crecimiento y la producción de la planta. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por García Petillo(1993)en un estudio realizado en limón en las condiciones del Uruguay donde midió el efecto del riego sobre el rendimiento de la planta, el tamaño de fruto y la calidad interna de fruto en distintos momentos del ciclo fenológico anual de los cítricos.

Los tratamientos con riego aumentaron los rendimientos un 29% con respecto al secano, además el riego incrementó el tamaño de fruta, mejoró la calidad de fruto, aumentando el contenido de jugo, el ratio Brix-acidez y disminuyó el espesor de la cáscara. En términos económicos estos resultados lograron incrementar el ingreso neto en limón a U\$S 1825/há/año.

Por otro lado se determinó que el período crítico de mayor respuesta al riego es a partir del final de caída fisiológica y continua hasta que no existen más déficits.

Los resultados anteriores coinciden con los resultados obtenidos a partir de una prueba para una jornada de divulgación en Jumecal realizada en un predio comercial de producción de limón en nuestras condiciones (Supino y Estol, com. pers., 1991)* donde se comprobó que el uso de riego aumenta el rendimiento y mejora el tamaño de fruto, pero además mejora el color, puesto que las plantas regadas producen frutos de color verde a verde-amarillo contra las no regadas que producen frutos de color amarillo.

*Supino, E., Estol, E. 1991. Producción de limones con riego. Trabajo preliminar realizado para una jornada de divulgación de JUMECAL.

2.3.3. Viento

Por último el otro factor importante es el viento, el cual tiene gran importancia en nuestras condiciones y tiene un gran efecto en la calidad de la fruta cosechada.

El viento baja la calidad de la fruta , por provocar daños conocidos como rameado, los cuales constituyen una de las principales causas de descarte de fruta, además de agravar el ataque de agentes patógenos.(Martinez, 1995)

En Uruguay el periodo más susceptible al efecto del viento en los frutos, va desde el mes de setiembre al mes de diciembre. (Muller et al, 1993)

2.4. El ciclo fenológico reproductivo

El ciclo fenológico reproductivo de los citrus consta de las siguientes etapas: inducción y diferenciación floral, brotación y floración, cuajado, crecimiento del fruto, maduración, senescencia.

2.4.1. Inducción y Diferenciación floral

Se propusieron tres eventos que ocurren durante la transición de yemas a flores: inducción, evocación e iniciación.(Metzger,1987)

La inducción es un proceso por el cual la yema se vuelve capaz de florecer(Bernier et al.,1985) lo cual consigue a través de la transcripción y expresión de los genes de floración y que ocurre previo a la iniciación floral.(Davenport,1986)

Searle(1965) define inducción como una condición fisiológica iniciada en los tejidos por influencia de factores externos y que progresa hacia la

expresión floral aún bajo condiciones subsecuentes desfavorables para la iniciación.

La evocación se describió como esos procesos que ocurren en el ápice y que son esenciales para la formación del primordio floral.(Metzger, 1987) Se ha demostrado que existe una alteración del complejo proteico luego de la inducción y antes de la iniciación del primordio floral(Pierard et al., 1977; Lyndon et al.,1983).

La iniciación floral es la etapa donde la yema evocada es reconocible como yema floral y ya está determinada a desarrollo reproductivo. En los citrus esto puede tener lugar seis meses antes a la brotación de yemas.(Guardiola, 1981)

2.4.1.1. Factores externos

La inducción no depende del fotoperiodo, sino de otros factores tales como temperatura y humedad del suelo.(Gravina1999) Esto último coincide con lo que afirma Janick(1990) el fotoperiodo no es el que induce la floración, sino la temperatura.

Altas temperaturas(30°C día/25°C noche) inhiben la formación de flores(Lenz, 1969), mientras que las bajas temperaturas son las promotoras de la floración.(Davenport, 1990) Lo anterior coincide con lo propuesto por Lovatt(1988) donde la intensidad de floración aumenta en tanto que exista un período duradero de bajas temperaturas, las cuales son de 15-18°C durante 8 horas día y 10-13°C por 16 horas noche. La respuesta al tratamiento con bajas temperaturas parece ser cuantitativa.

La temperatura influye el tipo de inflorescencia formada. Es así como se forman mayores proporciones de brotes mixtos y vegetativos con temperaturas de 27°Cdía/19°Cnoche; a medida que ésta se reduce, aumenta el número de brotes generativos formados.(Krajewski and Rabe, 1995) García Luis et al.(1992) sugieren que las bajas temperaturas tienen un doble efecto, por un lado levantar la dormancia de la yema y por otro inducir la floración.

El estrés hídrico prolongado en el tiempo y moderado en intensidad, promueve la floración en citrus (Abbott, 1935; Cassin et al., 1969; Nir et al., 1972; Southwick and Davenport, 1986; 1987).

El estrés hídrico continuo o cíclico por 4 o 5 meses indujo la floración, en tanto que el estrés severo y moderado por 2 semanas también indujo floración, pero la respuesta fue más significativa en árboles severamente estresados. (Southwick and Davenport, 1986).

Se ha determinado que durante un periodo de estrés hídrico ocurre inducción de yemas florales en limón, pero la formación de los órganos florales no se produce hasta que se levanta el estrés. (Nir et al., 1972) El déficit hídrico causado por la suspensión del riego incentiva la inducción y diferenciación de yemas florales debido a la disminución en el crecimiento vegetativo y la actividad metabólica que ocurre en los árboles de limón. (Razeto et al., 1987)

2.4.1.2. Factores internos

Los citrus se consideran como autoinductivos, sin ningún estímulo único inductor indispensable. (Monselise, 1985).

Considerando la continua brotación de los cítricos sobre todo en el caso de limón, se determinó que la floración no era dependiente fundamentalmente de la temperatura, pero si lo era de factores internos cíclicos que involucraban la historia fisiológica y de desarrollo pasado en ramas particulares. (Reuther, 1973) Esto último coincide con lo reportado por Moss (1971) en naranja dulce alternante, donde muy poca de la madera con fruta del año anterior produjo flores. Además en la madera sin fruta se formaron en igual proporción inflorescencias con y sin hojas, en tanto que en la madera con fruta las pocas inflorescencias formadas no tenían hojas.

La inducción floral está principalmente regulada por factores endógenos como son las hormonas.

Se ha observado que la aplicación de giberelinas exógenas durante el otoño-invierno reduce la formación de inflorescencias sin hojas y el número

total de flores desarrolladas.[Monselise and Halevy(1964), Deidda and Agabbio(1977), en mandarina 'Clementina'; Iwahori and Oohata (1981) en mandarina 'Satsuma' ; Guardiola et al.(1982), en mandarinas 'Clementina', 'Satsuma' y naranja 'W. navel'; Davenport(1983), en lima 'Tahiti'; lord and Eckard(1987), en naranja 'W. navel'; Tamim et. al.(1996), en naranja 'Shamouti'; Gravina et. al. (1997), en tangor 'Ellendale'].

Las giberelinas se reportaron por Plummer et al(1989) en altas concentraciones en pedicelos de frutos de naranja Valencia durante el período inductivo, verificandose una correlación negativa con la siguiente floración.

Las giberelinas actuan principalmente sobre inflorescencias sin hojas y no tienen efecto sobre yemas vegetativas(Monselise and Halevy, 1964; Goldschmidt and Monselise,1972; Guardiola et al., 1977; Davenport, 1983).

Se ha determinado que los compuestos triazólicos son eficaces en favorecer la floración en citrus. Promueven la formación de brotes generativos y el aumento del número de flores en estacas enraizadas de limón, además de tener un efecto sinérgico con bajas temperaturas(Harty and Van Staden, 1988; Greenberg et al., 1993).Estos resultados coinciden con lo propuesto por Harty(1988), donde el paclobutrazol junto con bajas temperaturas favorece la floración ya que es un inhibidor de la acción de las giberelinas endógenas durante el período inductivo.

Las reservas de carbohidratos en la planta, son un factor que afecta la inducción según Goldschmidt and Golomb(1982), Schaffer et al. (1985) y García Luis et al.(1988, 1995), lo que coincide con Janick(1990), quien afirma que los bajos niveles de reservas en la raíz, causados por una carga elevada de fruta de la cosecha anterior, llevan a inhibir la floración.

Según Lovatt(1988), basándose en la hipótesis de floración de Kraus-Kraybill, los carbohidratos afectan la floración, mediante la relación que existe entre ellos y los niveles de nitrógeno endógeno. Sería pues esta relación entre carbohidratos/nitrógeno, que a través del almidón y los iones amoníaco y amonio actuarían indirectamente, siendo sustratos para la síntesis de metabolitos importantes, que actúan solos, o a través de hormonas a nivel genético para iniciar el proceso de floración.

Según Ferguson(1986) existen otros factores asociados como son la juvenilidad, que es el periodo de tiempo durante el cual la planta no puede expresar su potencial productivo. En el limonero este estadio dura alrededor de 2 a 3 años.

Otro factor importante es el vigor de la planta , ya que arboles excesivamente vigorosos, ya sea por excesiva fertilización nitrogenada o excesivo riego reducen la floración.

La perdida de hojas, ya sea por efecto de heladas, ataque de insectos y/o enfermedades, que son fuente de fotoasimilados , lleva a una reducción en la floración.

La pérdida de hojas en otoño es más grave que en invierno, pues es en otoño donde se forman las yemas que luego recibirán el estímulo para la inducción floral.

Una vez que se dió la inducción, se sucede el desarrollo de las flores hasta llegar a la antesis.(Ferguson, 1986)

El desarrollo floral comienza con la formación de los primordios de sépalos, siguiendo con la formación de los primordios de pétalos, los primordios de órganos florales como estambres y estilo y por último la formación de los carpelos. (Lord y Eckard, 1985)

En citrus a diferencia de otros frutales la diferenciación no ocurre hasta después de superada la dormancia. La interpretación prevaleciente es que estos brotes que producen tres brácteas y siete a siete hojas y que luego pasan a dormición son vegetativos y la diferenciación floral ocurre en algunos de los apices al momento de apertura de yema.

En la yema de flor de los citrus existen siete meristemas ubicados en las axilas de los primordios foliares. La inflorescencia de los citrus es cimosa, presentando una flor terminal que se desarrolla primero, seguida de una casi simultánea iniciación de los meristemas florales laterales de las axilas de los primordios foliares.

La primera modificación morfológica que se observa, es que el meristema apical cónico al momento de la iniciación de los primeros sepalos se ensancha y se achata con la iniciación de los sépalos y luego los pétalos.

Aparece nuevamente una forma cónica con la iniciación de los estambres y ocurre achatamiento con la iniciación de los carpelos. El desarrollo de sépalo a carpelo dura dos semanas.

La flor sigue su desarrollo por tres meses, durante este largo período de desarrollo morfogenético floral el crecimiento no es interrumpido.(Lord y Eckard, 1985)

El destino de la yema apical determina el de los laterales, los cuales siempre muestran una expresión retardada con respecto al apical. El ápice puede producir tanto flores como hojas en tanto que los laterales sólo flores o sólo hojas. Es así como la yema apical responde a señales generales en tanto que las yemas laterales responden a señales locales que vienen del meristema apical.(Lord y Eckard, 1987)

En citrus el tipo de crecimiento es simpodial existiendo una correlación negativa entre el largo del brote y la floración de ese brote.

Cuando las yemas entran en dormición, ellas forman dos poblaciones: una determinada a producir brotes generativos y otra a producir brotes vegetativos. Parece posible predecir con algo de éxito el destino de las yemas de ambos tipos extremos de brotes. Aquellas con hojas grandes, muchos nudos y espinas tienden a producir brotes vegetativos, mientras que aquellas con hojas más chicas, menos nudos y sin espinas producen brotes generativos el próximo año.(Sauer, 1951) Es igualmente probable que el destino de las yemas durmientes este indeterminado hasta casi antes del levantamiento de la dormición, cuando las condiciones ambiente determinan que yemas van a florecer y cuales van a producir sólo hojas. (Lord y Eckard, 1987)

Aunque no se puede observar ningún cambio morfológico de diferenciación antes de brotación, es en las primeras etapas donde se desarrollan los primordios de sépalos, donde la yema es sensible a factores hormonales y ambientales (Guardiola,1981) y es hasta ese momento donde puede haber reversión floral con giberelinas(Guardiola et al.,1982)o por condiciones ambientales desfavorables. (Guardiola,1981) Esto último coincide con lo encontrado por Lord y Eckard(1987) donde se concluye que una vez que se forma un set de sépalos no hay reversión posible al estado vegetativo.

Las giberelinas causan completa reversión de las yemas potencialmente florales, reversión parcial de yemas en estadios tempranos del levantamiento de la dormición y de la iniciación floral, pero no logran reversión significativa una vez que los sépalos están presentes. La flor apical puede mostrar reversión al estado vegetativo aún cuando los sépalos ya se han iniciado, pero esto no sucede en las yemas laterales que fueron determinadas al momento de la iniciación para ser tanto brotes vegetativos o brotes generativos.(Lord y Eckard, 1987) Hasta que se forma el tercer o cuarto sépalo, el apice no se ensancha lo suficiente como para ser reconocido como bastante diferente del apice vegetativo y es entonces más adelante con la iniciación de los pétalos que los rudimentos de los órganos van apareciendo gradualmente en la flor. (Guardiola,1981)

Un ápice terminal floral puede distinguirse de uno vegetativo luego de que varios sépalos se han diferenciado y de que el ápice se ensancha.(Lord y Eckard, 1987)

2.4.2. Brotación y Floración

En Uruguay se llega a plena floración en el mes de octubre en la zona sur, un mes a un mes y medio después de que se inicio la brotación(Gravina, 1999).

En nuestras condiciones los citrus pueden presentar tres brotaciones durante su ciclo anual, que son la de primavera, la de verano y la de otoño.

Para el caso de limón hay más de tres brotaciones, pero al igual que los demás citrus la de primavera es la más importante.

La brotación de yemas florales ocurre tres a cuatro semanas más temprano que las yemas vegetativas. (Lord y Eckard, 1985)

La diferencia de brotación se da tanto entre distintos momentos de brotación como por la posición de la yema en la rama. Es así como las yemas apicales brotan antes que las basales. (Guardiola, 1981)

La brotación depende de varios factores, como son la temperatura del aire y la temperatura del suelo. Las temperaturas menores a 12°C, inhiben la brotación, así como la actividad radicular, siendo la temperatura óptima entre 24 y 31°C. (Janick, 1990) En tanto que la intensidad de brotación depende de la variedad, es así que la del limón Fino49 es mayor que la del limón Eureka Frost. (García Lidón, 1993).

La reducción en brotación ya sea por presencia de fruto, aplicaciones exógenas de giberelinas o condiciones desfavorables de temperatura llevan a una reducción en la proporción de brotes reproductivos. (Guardiola, 1981)

La carga de frutos de la cosecha anterior también afecta la brotación, pero sobre todo afecta el número de brotes florales.

La proporción relativa de los distintos tipos de brotes, está en función de la regulación endógena de balances hormonales y de las reservas de carbohidratos de la planta. (Gravina 1999).

Los brotes de citrus se clasifican en cinco tipos: brotes vegetativos (solo hojas), brotes mixtos uniflorales (hojas y una flor), brotes mixtos multiflorales (hojas y flores), inflorescencias (solo flores), flores solitarias (una sola flor). (Gravina, 1999) Los brotes generativos son cortos, en tanto que los vegetativos son más largos.

En un estudio realizado en la India sobre la biología floral en limón de una variedad propia del lugar (Assam) se observó que las flores terminales (48.2%) son más comunes que las axilares (19.5%) y que las mixtas (32.3%). Por otro lado las inflorescencias cimosas (45.3%) eran la mayoría comparadas con las solitarias (31.1%) y el porcentaje de inflorescencias con hojas fue muy superior al de las inflorescencias sin hojas, siendo las primeras las que produjeron mayor proporción de flores

hermafroditas y además las que lograron mayor porcentaje de cuajado.(Nath, 1999)

En las condiciones de Uruguay el limón de la variedad Lisbon presentó niveles de brotación y floración parecidos de 16.8% y 14.7% respectivamente.

En cuanto a la distribución por tipo de brote existe una predominancia de brotes vegetativos y solitarios, seguidos de brotes terminales y en menor proporción brotes mixtos e inflorescencias cimosas.(Arbiza, com. pers.,2001)*

La cronología del desarrollo de yemas de flor y vegetativas es similar excepto porque las de flor comienzan antes su desarrollo.

Las tasa de desarrollo floral varían con la temperatura y la posición de la flor en la inflorescencia. (Lord y Eckard, 1985) La posición de la flor en la inflorescencia así como la presencia o ausencia de hojas en ella tienen influencia importante en el momento en que ocurrirá brotación y antesis. Es así como las inflorescencias apicales florecen antes y tienen dominancia sobre la flor subterminal, en tanto que las flores basales fueron intermedias en el momento de brotar con respecto a la apical y la subterminal.

En lo que tiene que ver con la presencia o ausencia de hojas, las inflorescencias con hojas se retrasaron cuatro días en su desarrollo con respecto a las inflorescencias sin hojas. Este retraso fue más significativo hacia el momento de antesis.

Es así como la duración del periodo de floración es función de la proporción de flores con hojas en el total de flores formadas y además de las temperaturas diurnas antes o durante ese período.

Las inflorescencias con hojas son las que logran mayor persistencia de fruto. Esto se explica por la presencia de temperaturas más cálidas al momento en que se desarrollan las últimas inflorescencias, estas temperaturas llevan a mayores tasas de crecimiento de flor y de ovario, lo cual conlleva a lograr un tamaño de ovario mayor y por tanto a una mayor persistencia que además contribuye en mayor proporción a la cosecha. (Lovatt, 1984)

*Arbiza, H. 2001. Efecto de la poda en mandarina 'Nova' y limón 'Lisbon'. Informe de Proyecto CSIC.

2.4.3. Cuajado y Abscisión

Luego de la antesis ocurre la polinización y fecundación que conduce a la formación del fruto; en cultivares partenocárpicos la polinización es el estímulo para el reinicio del crecimiento del fruto.

Un fruto se considera que ha cuajado cuando el ovario duplicó su tamaño. Es el cuajado el más frecuente factor limitante del rendimiento.(Talón,1997)

Según Gravina(1999) , muchas variedades de citrus presentan partenocarpia, por lo que no requieren de que exista fecundación para formar los frutos, sino que sólo alcanza con el estímulo de la polinización para que se segreguen hormonas a nivel del ovario y pueda así reiniciarse el crecimiento del ovario.

Según Talón(1997), en frutos partenocárpicos el inicio de programas genéticos que conducen al cuajado parece estar ligado al desarrollo y no a factores externos como polinización y fertilización como sucede en frutos con semillas.

De todos modos en ambos casos esos factores están mediatizados por la síntesis de “señales” o sea hormonas como las giberelinas, que activan las respuestas de desarrollo y crecimiento mediante la promoción de la división celular propiciando así el cuajado.

Una vez que se activan las respuestas de crecimiento y desarrollo de fruto, el crecimiento propiamente dicho parece estar sostenido por el aporte de carbohidratos, nutrientes minerales y agua.(Talón, 1997).

Según Ferguson(1986), son los brotes mixtos , los que logran cuajar antes y así logran mayor tamaño y mejor equilibrio nutricional y hormonal evitando la caída. Esto coincide con evidencias aportadas por Talón(1997) donde el defoliado de brotes reduce un 75% el porcentaje de cuajado de esos brotes con respecto a un testigo sin defoliación.

En variedades partenocárpicas la probabilidad de cuajado se relaciona con el tipo de inflorescencia y la posición de la flor en la misma. Es así como en inflorescencias con hojas se observó que si bien brotaban mas tarde eran a su vez las que poseían mayor probabilidad de cuajado.

En lo que tiene que ver con la posición de la flor, las flores apicales son las que primero se forman y primero surgen y a su vez son las que tienen la mayor concentración de giberelinas en sus ovarios.(Talón, 1997).

El número de flores formadas excede ampliamente el número de frutos que alcanzan la madurez, debido a una autoregulación provocada por la competencia entre los distintos órganos de la planta en las primeras etapas de crecimiento. Es así como en términos generales, sólo el 0.1 a 10% de las flores formadas llegan a formar fruto, el resto cae.(Gravina, 1999)

El porcentaje de cuajado está relacionado inversamente con el número de flores, descendiendo rápidamente al aumentar el número de flores de tal manera que el número de frutos formados permanece constante para un amplio rango de floración.(Guardiola,1992)

La etapa de cuajado esta regulada hormonalmente y nutricionalmente por la competencia que existe entre los frutos, que lleva a que exista caída de frutos que no llegan a lograr un buen balance nutricional y hormonal.(Gravina, 1999) Esto coincide con lo que afirma Talón(1997), que indica que cuando el aporte de nutrientes escasea o las condiciones ambientales son desfavorables se generan nuevas “señales” hormonales que reprimen la respuesta de crecimiento y desencadenan mecanismos de protección y defensa, abortando el desarrollo y provocando abscisión.

Del mismo modo Iglesias(2003) propone que existe una relación muy estrecha entre la producción de fruta y el área foliar. El autor sugiere que la superficie foliar constituye un factor fundamental en la determinación de la productividad de los cítricos siendo la relación entre ambos parámetros modulada por complejos mecanismos fisiológicos de ajuste entre la actividad fotosintética y el contenido de carbohidratos en las hojas.

Es así como uno de los factores más destacados en la regulación de la productividad de los cítricos se relaciona con la actividad fotosintética de las hojas, es decir mayor superficie foliar mayor la cosecha. La concentración de carbohidratos de las hojas parece ser la señal que regula la actividad fotosintética, ofreciendo un mecanismo de alarma y control sobre la producción de fotoasimilados y determinando en buena medida tanto el desarrollo vegetativo como la productividad.(Iglesias, 2003)

La abscisión es un proceso relativo a la planta que consta de abortar órganos tales como, hojas, flores o frutos.

El proceso de abscisión puede dividirse en tres grandes estadios:

- 1) el estadio estimulativo, resultado de senescencia natural o factores externos tales como alta temperatura, estrés hídrico, deficiencia de minerales, daño mecánico, tratamientos hormonales.
- 2) el estadio señal caracterizado por varios parámetros internos como; descenso de los niveles de auxinas en la zona de abscisión, degradación de proteínas y clorofila, aumento de la producción de etileno y otros compuestos.
- 3) el estado respuesta marcado por la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas específicas. Esta síntesis resulta en la producción de enzimas hidrolíticas como celulasa y poligalacturonasa, las cuales son responsables de la degradación de la pared celular.(Osborne, 1968, 1989)

La abscisión de estructuras reproductivas ocurre desde la aparición de botones florales hasta el mes de diciembre, donde queda definido el número final de frutos que alcanzaran la madurez.(Gravina, 1999)

Según Talón (1997), los cítricos poseen dos épocas de abscisión que suelen solaparse en el tiempo.

Esos dos momentos son: la caída postfloración, que alcanza su máximo una a dos semanas después de antesis donde caen principalmente ovarios y la “caída de junio” que se produce 40 a 50 días postantesis, donde caen frutos en desarrollo. Los frutos que quedan a partir de este momento son los que se cosecharán.

Los frutos cítricos presentan dos lugares distintos de abscisión durante su desarrollo. Durante los dos primeros meses del desarrollo del fruto, los frutos jóvenes abscinden por la zona entre la rama y el pedúnculo. Más adelante en el proceso de abscisión la fruta comienza a separarse por la zona entre el pedúnculo y el caliz del fruto. Existe un período de transición de dos o tres semanas en el cual la abscisión ocurre por ambas zonas a la vez. (Goren, 1993). Desde el final del período de transición hasta la maduración del fruto, si queda el pedúnculo luego de la abscisión, este nunca va a caer (Greenberg, 1975).

El ajuste del cuajado se realiza mediante el proceso de abscisión, es un fenómeno muy complejo pues se encuentra sometido a diversos grados de control de distinta naturaleza. Esos grados de control son; el control genético que es el que determina el número inicial de frutos que van a formarse, el control hormonal que determina el crecimiento y el desarrollo de los frutos y en última instancia la disponibilidad de nutrientes. Por encima de todos estos controles intervienen los efectos ambientales que pueden supereditar el efecto de los controles anteriores limitando el cuajado. (Talón, 1997)

2.4.3.1. Factores exógenos

Se refiere a los factores ambientales tales como: humedad, temperatura, fotoperiodo e irradiancia.

En lo que tiene que ver con la humedad, el estrés hídrico severo provoca una importante caída de frutos, en tanto que una deficiencia hídrica

moderada afecta a variedades sin semilla. La falta de agua provoca los efectos más nocivos durante la caída de junio o “June drop”, en donde se incrementa la velocidad de caída y disminuye el crecimiento de fruto y el tamaño.(Talón, 1997) Esto sucede ya que es en este momento donde aumenta la sensibilidad al estrés hídrico por parte del fruto.(Primo Millo, 1993)

La elevada humedad en el suelo por exceso de lluvia también provoca caída de frutos.(Talón, 1997)

En el caso de la temperatura esta afecta el crecimiento de fruto, es así como altas temperaturas aumentan la velocidad de crecimiento de fruto mientras que las bajas temperaturas detienen el crecimiento del fruto, pudiendo en algunos casos reiniciarse cuando la temperatura aumenta.(Herzog and Monselise, 1968; Reuther, 1973)

2.4.3.2. Factores endógenos

La principal regulación de la abscisión en los citrus en general, parece estar relacionada al número de flores formadas en el árbol. En el caso de limón no se verifica una relación inversa entre la densidad de floración y el porcentaje de cuajado.(Arbiza, 1999)

La competencia hace que exista una reducción en la tasa de crecimiento de frutos en arboles con altos niveles de floración. Esto está explicado por una capacidad reducida de actuar como fosa y de acumular metabolitos por parte de los frutos y no a una limitación en la fuente de asimilados.(Guardiola et al., 1984) El declinamiento en los niveles de carbohidratos durante el período de floración y cuajado(Gonzalez-Ferrer et. al., 1984; Hilgeman et. al., 1967; Jones and Steinacker, 1951) el cual se acentua por floraciones excesivas.(García Luis et. al., 1988)indica que las reservas de carbohidratos son de hecho utilizadas para sustentar las etapas tempranas de desarrollo reproductivo.(Shimizu et. al., 1978)

Experimentos con anhídrido carbónico marcado indican que las reservas de carbohidratos son utilizadas principalmente para el desarrollo

reproductivo, mientras que la fotosíntesis de hojas maduras se usa para suplir requerimientos de crecimiento vegetativo.(Akao et. al., 1981)

A pesar de que la evidencia es aún bastante indirecta, se puede concluir que el nivel de carbohidratos es casi siempre un factor mayor limitando el cuajado(Goldschmidt, 1999)

La limitación de carbohidratos aparentemente es la primera causa de abscisión de frutitos, el estrés resultante posiblemente lleve a la abscisión a través de la señal del etileno, como en otros muchos sistemas de abscisión.(Gonzalez-Carranza et. al., 1998)

Esto coincide con lo que afirma Ferguson(1986), de que los frutos que quedan en el árbol, son los que tienen mayor concentración de carbohidratos y que además son los que logran la mayor utilización de los mismos.

La abscisión en preantesis o antesis en excesivas floraciones puede estar determinada por una menor calidad de flores referida a su potencial de cuajado.

Un incremento en el número de flores resulta de una formación adicional de inflorescencias sin hojas, que siempre tienen un menor potencial de cuajado que las inflorescencias con hojas. (Guardiola, 1992)

En un estudio reciente se encontró que la causa de que las inflorescencias sin hojas cuajen menos que las que tienen hojas no se debía al mejor aporte de fotosintatos de las hojas jóvenes del brote con hojas sino al área y desarrollo del sistema vascular que hace posible el transporte de agua hacia el fruto. De esa manera en las inflorescencias sin hojas, aquellas con tres flores tenían mayor área vascular que las que tenían una sola flor. De la misma forma en inflorescencias con hojas y vegetativas el número de hojas sin importar el número de flores determinaba el área vascular en la base de la ramita. El grado de desarrollo y el área del sistema vascular es mayor en las inflorescencias con hojas. A su vez, el diámetro del sistema vascular se relaciona proporcionalmente con el flujo del xilema, por lo tanto las flores y frutitos adyacentes a sistemas xilemáticos más desarrollados, con un mejor flujo de agua, no sufrirán estrés hídrico y por lo tanto tendrán mayor chance de cuajar. (Erner, 2000)

El tamaño del ovario a la antesis está inversamente relacionado al número de flores y esta relación se mantiene tanto para inflorescencias con y sin hojas.

Los ovarios en arboles con altos niveles de floración acumulan (por la floración) una menor cantidad de materia seca y esto puede determinar su abscisión temprana.

La abscisión de frutitos ha sido considerada como un mecanismo que continuamente ajusta el nivel de consumo de metabolitos al potencial del árbol. (Guardiola, 1992)

La abscisión esta regulada además por hormonas; las auxinas que la inhiben en las primeras etapas y la promueven una vez iniciado el proceso de abscisión debido al efecto estimulador que presentan sobre la síntesis de etileno. Los otros dos compuestos son el ácido abscísico (ABA) junto con el etileno que promueven la abscisión. (Talón, 1997)

En un reciente trabajo se encontro que las concentraciones de ABA eran significativamente mayores en frutitos que provenian de inflorescencias sin hojas que en aquellos de inflorescencias con hojas hasta 7 días posteriores a la antesis y permanecieron altas hasta el final del período de abscisión. Esto puede estar relacionado a la falta de transporte y llegada de agua a los frutitos, lo cual lleva a aumentar los niveles de ABA y por lo tanto a reducir la chance de cuajado de este tipo de inflorescencias. (Erner, 2000)

Se determinó que el aumento de las enzimas hidrolíticas y la abscisión por ácido abscísico es causada por el efecto que tiene este último en la producción de etileno, lo cual es mediado por el aumento de enzimas productoras de etileno y del precursor de este que es el ACC. En el balance hormonal, el etileno y las auxinas son los promotores de la caída de frutos, las auxinas en una etapa cuando el etileno no es capaz de promover la abscisión son inhibitorias y más adelante en una segunda etapa la promueven, mediante el estímulo de la síntesis de etileno.

En el caso del efecto promotor de las auxinas en la abscisión se debe a que estas promueven la actividad de la enzima celulasa en la zona de abscisión. (Goren, 1993)

El etileno es considerado la principal hormona que regula la abscisión. (Goren, 1993) Esta hormona promueve la abscisión de hojas y frutos al

promover la actividad de enzimas como celulasa y poligalacturonasa en la zona de abscisión.(Greenberg et al., 1975; Goren and Huberman, 1976; Goren et al., 1977; Huberman and Goren, 1979) La actividad de estas enzimas hidrolíticas es esencial para el proceso de separación.(Goren, 1993)

El efecto promotor del ácido abscísico ha sido reportado en muchos casos(Addicott, 1982), a pesar de que en algunos casos ésta hormona no promovió directamente el proceso pero actuó acelerando el envejecimiento.(Osborne,1989)

Por otra parte el ácido abscísico provoca un aumento directo en la actividad de la celulasa.(Sague et al., 1980) La producción de etileno por efecto de ácido abscísico se intensifica al existir heridas. (Goren, 1993)

Las giberelinas no son consideradas como las principales hormonas en el control de la abscisión. Estas reducen la caída de fruto y la producción de etileno, pues enlentecen senescencia y favorecen resistencia de la piel del fruto a heridas.(Cooper and Henry 1973 a)

2.4.4. Crecimiento de fruto y Maduración

Según Talón(1997), el crecimiento del fruto en su comienzo esta regulado hormonalmente y luego por carbohidratos y minerales. El momento critico para el aporte de carbohidratos se da entre la fase I y la fase II del crecimiento del fruto.

Una vez que el fruto cuajó, sigue su crecimiento, el cual consta de tres etapas principales, las cuales no tienen un limite estricto entre ellas.(Spiegel-Roy and Goldschimindt, 1996)

En la etapa I es donde se define el número de células del fruto y su tamaño potencial. La división celular en esta etapa ocurre en todos los tejidos, excepto en las capas más externas del flavedo, en los extremos de las vesículas de jugo ni en la médula interior del fruto, prolongándose entre cinco y diez semanas luego de la floración. (Bain, 1958)Por lo que se considera que esta fase finaliza con el fin de la caída fisiológica. (Gravina, 1999).

El incremento en tamaño de fruta durante esta fase es debido en mayor parte al crecimiento de la cáscara, el cual consiste de división celular y algún componente de elongación celular, alcanzándose el máximo grosor de la cáscara al finalizar la fase I de crecimiento.(Bain, 1958; Goren y Monselise, 1964; Holtzhausen, 1982; Ferguson, 1986)

Esta es una fase de crecimiento exponencial según Agustí(1995), que se encuentra regulada por hormonas, como las giberelinas que producen división y elongación celular y citoquininas que promueven la división celular.(Gravina, 1999) El factor preponderante en esta etapa es la relación fuente/fosa.(Gravina, 1999).

La etapa II es donde se da la elongación celular del exocarpo y el llenado de las vesículas de jugo. La acumulación de carbohidratos va aumentando hasta la maduración y el diámetro del fruto también. El crecimiento en este momento es lineal según Agustí(1995).

La etapa III según Ferguson , es el momento de madurez del fruto, donde el crecimiento se va elenteciendo y surgen una serie de cambios organolépticos que conducen al estado de fruto maduro.

Esos cambios son; el descenso de los niveles de acidez junto con un aumento de los niveles de azúcares, el pasaje de color verde producido por la presencia de clorofila que va siendo reemplazada por carotenoides y xantofilas que le dan un color característico a cada especie de fruto, y la cáscara que se suaviza y se afina.

Durante el crecimiento y desarrollo del fruto de limón existen cambios en los niveles de reguladores del crecimiento. Se observó que existe una mayor actividad de ácido indolacético y de giberelinas en la pulpa que en la cáscara y que los niveles de estas dos siguen el mismo patrón de la curva de crecimiento de fruto.

Por el contrario la actividad de otro regulador del crecimiento como el ácido abscísico es mayor en la cáscara que en la pulpa y presenta un patrón diferente de evolución de sus niveles en el fruto teniendo los valores más elevados en la etapa de maduración del fruto.(Josan et al, 1999)

El tamaño final que alcanzan los frutos depende de la variedad(característica genética), de la capacidad que tiene cada fruto de

acumular metabolitos y del número de frutos en la planta, que si es alto el tamaño de los frutos se reducirá.(Gravina,1999)

2.4.5. Componentes del Rendimiento

El rendimiento en los citrus depende fundamentalmente de dos componentes que son el número y el peso de los frutos cosechados.

El peso de fruto está inversamente correlacionado con el número de flores formadas(Guardiola et al.,1988; Guardiola, 1988,1992,1997; Agustí et al., 1995, Van Rensburg et al., 1997) y con el número de frutos cosechados.(Goldschmidt and Monselise, 1979; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996; Guardiola et al.,1988; Guardiola, 1988, 1992, 1997). Un aumento en el número de frutos lleva a una reducción en el peso promedio de esos frutos, pues existe una mayor competencia por fotoasimilados entre esos frutos. Esto último concuerda con los resultados obtenidos por Gravina et al(2000). En ese trabajo se determinó en ambas situaciones productivas una alta correlación negativa entre el peso promedio de fruto y el número de frutos de naranja “Salustiana” ($r = -0.87$ en Paysandú y $r = -0.80$ en Montevideo).

El tamaño de fruto es importante no sólo porque es uno de los componentes de rendimiento sino que además es uno de los parámetros de calidad que determina mas decisivamente la aceptación del fruto por los consumidores en cuanto a fruta fresca se refiere. Este parámetro también es importante en la fruta para la industria de jugo, ya que el porcentaje de jugo está relacionado con el tamaño de fruto. (Guardiola,1992)

Las diferencias en tamaño de fruta resultan de diferencias en tasa de crecimiento, las cuales están determinadas por la capacidad de cada fruto de atraer asimilados y de la capacidad de la planta de brindar esos asimilados, que a su vez depende de la habilidad metabólica del árbol y de la competencia entre órganos en desarrollo. La capacidad de cada fruto de atraer asimilados está relacionada al tipo de brote donde se forma el fruto. Los frutos formados en brotes con hojas son invariablemente de mayor tamaño que aquellos formados en brotes sin hojas en el mismo árbol.

Las diferencias de tamaño son claras al momento de floración hasta caída de diciembre y luego se mantienen hasta previo maduración. Estas diferencias en tasa de crecimiento pueden estar debidas a una mayor fuente de asimilados para el fruto dado por la presencia de hojas en el brote y por un mecanismo adicional probablemente hormonal que parece ser más importante.

Parece existir efecto de hormonas, que son las que determinan la fuerza de fosa, esto se apoya en resultados obtenidos con aplicaciones exógenas de hormonas.(Guardiola, 1992)

La tasa de crecimiento de los frutitos puede ser incrementada en muchos cultivares mediante la aplicación de giberelinas y citoquininas en plena floración, mientras que la aplicación de auxinas sintéticas cercana al final de caída fisiológica aumenta la tasa de crecimiento de fruto y el tamaño final de fruto en casi todos los cultivares sin semillas. Esto último coincide con lo obtenido por Gravina(1999), donde la aplicación de auxinas

exógenas como 2,4DP junto con 3,5,6TPA aplicado sobre limón tienen como efecto el aumento del diámetro promedio del fruto en forma importante. También Abella(1995) en su tesis llega al mismo resultado al aplicar 3,5,6TPA en arboles de limón al final de caída fisiológica de fruto, donde no sólo produce un incremento en el tamaño final de fruto de 3.5 a 6mm, sino que además mejora la curva de distribución de los calibres comerciales y permite adelantar la fecha de recolección.

La influencia de la fuente de asimilados en el crecimiento del fruto se demuestra a través de la relación inversa entre el tamaño y el número de frutos. Mientras que la relación entre el número de frutos y el rendimiento es muy estrecha ($r=0.946$), la relación entre peso de fruto y rendimiento es menos estrecha ($r=0.737$). Las diferencias en número de frutos sólo explican el 50% de las diferencias en tamaño de fruto. El tamaño de fruto en madurez está directamente relacionado al tamaño de fruto al final de caída fisiológica, que es el momento donde se define el número total de frutos.(Guardiola, 1992)

Es así como al aumentar el número de frutos, se logra aumentar el rendimiento de fruta cosechada, pero al aumentar el peso promedio de fruto lo que se logra es aumentar el rendimiento de fruta comercializable, ya que la fruta de poco calibre se descarta o logra obtener menor valor en el mercado.(Arbiza, com.pers., 2001)*

El tamaño de fruto, además de estar determinado por las características genético varietales, está regulado por factores ambientales e internos de la planta.(Guardiola et al., 1987; Agustí et al., 1994; Agustí et al., 1995; Guardiola, 1997)

Por último depende de las condiciones de manejo de esa planta; es decir riego(aumenta el tamaño de fruto), poda, raleo. (Arbiza,1999)

*Arbiza, H. 2001. Efecto de la poda en mandarina 'Nova' y limón 'Lisbon'. Informe de Proyecto CSIC.

3. MATERIALES Y METODOS

Para realizar el trabajo se seleccionaron arboles jóvenes de 4 años de edad de limón Fino49, injertados sobre Poncirus trifoliata(L. Raf.), con riego localizado , ubicados en el departamento de Montevideo, en la zona de Melilla.(cuadro en la quinta de familia Solari)

Se marcaron 20 árboles representativos en cuanto a vigor, tamaño de planta y producción teniendo en cuenta la carga de fruta en cada uno de ellos.

En cada uno de esos árboles se marcaron cuatro ramas con un mínimo de 200 nudos. Durante un ciclo completo desde brotación a cosecha se evaluó la aparición de brotaciones, y se contabilizó el número de nudos, número y tipo de brotes, clasificándolos en inflorescencias, flores solitarias, brotes mixtos, brotes terminales y vegetativos, número de flores por tipo de brote y totales, número de hojas y porcentaje de cuajado final.

El estado fenológico de los brotes de primavera, flores y frutos así como los nuevos que fueron apareciendo, se evaluó con la “Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios.”(Agustí,et al. , 1995) (Ver Anexo N° 4).

Estadios fenológicos:

- **56-botón blanco, los pétalos crecen, los sépalos envuelven la mitad de la corola.**
- **57-los sépalos se abren: se hacen visibles los extremos de los pétalos, todavía cerrados de color blanco amoratado.**
- **59-la mayoría de las flores, con los pétalos cerrados, adquieren la forma de una bola hueca y alargada.**
- **61-comienza la floración: alrededor del 10% de las flores están abiertas.**
- **65-Plena floración: alrededor del 50% de las flores están abiertas. Empiezan a caer los pétalos.**
- **67-las flores se marchitan: la mayoría de los pétalos están cayendo.**
- **69-fin de la floración: han caído todos los pétalos.**

Finalizada la caída de pétalos, se midió con calibre digital el diámetro ecuatorial de 30 frutos por planta elegidos al azar, en intervalos de 15 a 20 días hasta la cosecha.

La cosecha se realizó en dos momentos(5 de junio y 19 de julio del año 2003) separados 44 días. La primera tuvo como destino la exportación y la segunda tuvo como destino el mercado interno, en ambas cosechas se utilizó el criterio comercial del productor. Los criterios de cosecha estuvieron basados en criterios comerciales de tamaño, nivel de daño y color.

Sólo se pudieron cosechar 7 de los 20 árboles utilizados para el experimento, de los que se obtuvieron los siguientes datos: rendimiento en kilogramos por árbol y total, número de frutos por árbol y total.

Para el análisis de calidad externa, se muestrearon 25 frutos por planta. Del mismo se obtuvieron los siguientes datos: diámetro de fruto, nivel de daño, tipo de daño, daño principal, color basándose en una escala colorimétrica (ver anexo N° 5) y ausencia de cuello que es una característica que distingue a la variedad en estudio.

Para nivel de daño se construyeron cuatro categorías:

- **N0:** fruta con 0% de superficie dañada.
- **N1:** fruta con hasta un 10% de superficie dañada.
- **N2:** fruta con 10 a 20% de superficie dañada.
- **N3:** fruta con más de 20% de superficie dañada.

Para el análisis de calidad interna se usó una submuestra de 10 frutos por árbol obtenida de la muestra utilizada para el análisis de calidad externa. En este análisis se determinó: porcentaje de jugo(peso/peso), número de semillas, acidez titulable en NaOH y sólidos solubles totales(SST) con refractómetro y se calculó la relación entre los dos anteriores ratio(relación SST/Acidez).

Para el análisis de calidad interna se procedió a pesar en una balanza digital la muestra de 10 frutos. Luego se cortó cada uno de ellos a nivel de su diámetro ecuatorial y se contó el número de semillas por fruto. Cada mitad se exprimió para obtener el jugo con exprimidor eléctrico y se pesó el jugo en una balanza digital para así obtener el porcentaje de jugo en peso/peso. Con ese jugo se determinó el contenido de Sólidos Solubles Totales(SST) usando un refractómetro. Por último se realizó la titulación en NaOH para poder determinar el contenido de acidez de cada muestra y así junto con el dato de SST se calculó posteriormente el Ratio(relación SST/Acidez).

Para la titulación se procedió a preparar una solución de NaOH 1 Normal rectificada. De esa solución se hicieron diluciones para llegar a una concentración de 0.1 Normal según se fueron necesitando. Se colocaron 10 ml de jugo en un vaso de bohemia y se agregan 3 gotas de fenolftaleína. Por otro lado se colocan 25 ml de solución de NaOH en una bureta, de la cual se fue dejando caer gotas de NaOH a la solución de jugo y fenolftaleína y a la vez se revolvió en forma automática y continua con un dispositivo de agitador imantado o “stirring”. Se dejó gotear hasta que la solución del jugo cambió de color y en ese momento se determinó el volumen de solución de NaOH que se gastó. Con ese dato se calculó el contenido de acidez por medio de la siguiente fórmula:

(Acidez Titulable)AT= ml de NaOH agregados*0.1(Normalidad de NaOH)*0.06402(gr/meq de ácido cítrico)*100/ml de jugo

Por otra parte los datos recabados en los dos momentos de cosecha se analizaron en los casos que ameritaba en forma conjunta como un solo dato de cosecha total y en otros casos en forma comparativa.

Para el estudio de la dinámica de abscisión general y por tipo de brote, se calcularon curvas de regresión (lineal o cuadrática) usando el procedimiento GLM de SAS (1997). En tanto que para el estudio del crecimiento de fruto se ajustaron los datos de calibre de fruto de cada fecha de evaluación a un modelo logístico calculando sus parámetros por el procedimiento N LIN de SAS.

Las variables medidas con escalas ordinales, color (1,2,3,4) y nivel de daño (0,1,2,3), se analizaron con el método de mínimos cuadrados ponderados (Grizzle, Starmer y Koch, 1973), utilizando el procedimiento Catmod de SAS (1997). Se estimaron las medias de los valores de la escala

ponderados por el número de frutos y se hicieron las comparaciones entre fechas de cosecha.

Cronograma de evaluaciones fenológicas-reproductivas

- 5 de setiembre del 2002---
- 19 de setiembre del 2002---
- 3 de octubre del 2002 ---} **Evaluación visual fenológica del estado de brotación medido en porcentaje de brotes total**
- 16 de octubre del 2002 ---**Evaluación cuantitativa y fenológica de plena Floración de primavera**
- 31 de octubre del 2002---**Evaluación del Cuajado**
- 13 de noviembre del 2002--- **Evaluación del Cuajado y calibración de fruto**
- 29 de noviembre del 2002--- **Evaluación del Cuajado y calibración de fruto**
- 13 de diciembre del 2002--- **Evaluación del Cuajado y calibración de fruto**
- 30 de diciembre del 2002--- **Evaluación del Cuajado y calibración de fruto**(no se contaron hojas)
- 13 de enero del 2003--- **Evaluación del Cuajado y calibración de fruto**
- 5 de febrero del 2003---**Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**
- 27 de febrero del 2003--- **Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**
- 20 de marzo del 2003--- **Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**
- 10 de abril del 2003--- **Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**(cambio de color de fruto)

- 30 de abril del 2003--- **Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**
- 23 de mayo del 2003--- **Evaluación fenológica de la nueva brotación y calibración de fruto**
- 5 de junio del 2003---**Primera Cosecha**(Exportación)
- 19 de julio del 2003---**Segunda Cosecha**(Mercado Interno)

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Brotación de primavera.

La intensidad de brotación principal o de primavera y su distribución por tipo de brote(cuadro 1) resultó superior a la obtenida por Arbiza(com. pers., 2003)* para arboles de limón de la variedad Lisbon de la misma edad (5 años) que los de Fino y para las condiciones del país, donde el porcentaje de brotación es de 18.3%.

En cuanto a la distribución por tipo de brote, los brotes que predominan son vegetativos, seguidos por los brotes solitarios que son los más abundantes dentro de los generativos y estos a su vez seguidos por las inflorescencias, los brotes mixtos y por último los brotes terminales . En tanto que dentro de los brotes florales predominan los brotes solitarios, seguido por las inflorescencias y luego los brotes mixtos. La variedad Fino 49 presenta una distribución por tipo de brote similar a la variedad Lisbon , coincidiendo sobre todo en la predominancia de brotes vegetativos(38.3%) y solitarios(27.1%) aunque en el caso de Lisbon los brotes terminales son más abundantes que las inflorescencias.

La relación fuente/ fosa es de alrededor de tres hojas por flor, pero con una variabilidad alta. Esta relación esta básicamente explicada por la predominancia de brotes vegetativos y generativos con hojas que suman un 54% sobre los puramente florales que son un 45%.

Al comparar los resultados de Fino 49 con los de Lisbon, la relación fuente/fosa es menor que en esta última variedad donde es de 9.5(Arbiza, com. pers. 2003)*, esto explicado por una alta intensidad de floración en Fino 49 que casi iguala la intensidad de brotación, a diferencia de lo que sucede con Lisbon donde la intensidad de floración es la mitad de la intensidad de brotación(cuadro2).

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

Cuadro 1- Intensidad de brotación de primavera,distribución por tipo de brote y relación fuente/fosa.

	Brotación (%)	Distribución de la brotación en porcentaje					Relación fuente/fosa
		Vegetativos	Terminales	Mixtos	Solitarios	Inflorescencias	
Promedio	24.3	43.5	5	5.7	37.9	7.9	3.45
C.V.	29.2	59.7	90	142	54.1	101.5	67.2

4.2. Floración de primavera.

La intensidad de floración en la variedad Fino 49 casi iguala la intensidad de brotación(cuadro 1 y 2). Comparando con arboles de la variedad Lisbon, de la misma edad y en las mismas condiciones de país, la intensidad de floración de Fino 49 es superior a la que presentan Lisbon, que es de 9.1 flores cada 100 nudos.(Arbiza, com. pers., 2003)* Se concluye que Fino 49 es una variedad que en nuestras condiciones presenta una alta intensidad de floración.

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por García Lidón(1992) para Fino 49 en las condiciones de España produciendo un total de 3884 flores en valor absoluto para arboles de 5 años de edad y mientras que en Uruguay la misma variedad produce 3429 flores.

La distribución por tipo de flor se corresponde con la distribución por tipo de brote aunque las flores mixtas presentan mayor abundancia que las terminales a diferencia de lo que sucede en la brotación.

Comparando con los resultados con los de la variedad Lisbon la distribución por tipo de flor es semejante, hasta en la predominancia las flores terminales sobre las mixtas. (Arbiza, com. pers., 2003)*

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

Cuadro 2.- Intensidad de Floración de primavera y distribución por tipo de brote.

	Distribución de la floración en flores/100nudos				Flores cada 100 nudos
	Terminales	Mixtos	Solitarios	Inflorescencias	
Promedio	7.5	17.7	50.4	22	21.07
C.V.	126	128.2	50.2	82.5	37.9

Por otro lado se determinó el número promedio de flores por inflorescencia y por brote mixto llegando casi a tres en ambos casos y con una variabilidad baja en los datos.

Nº promedio de flores/ inflorescencias=2.83, (C.V.=15.7)***

Nº promedio de flores/ brotes mixtos=2.81, (C.V.=16.5)***

4.3. Fenología de la floración de primavera.

Además de la intensidad de floración se evaluó el estado fenológico de los cuatro tipos de flor al momento de plena floración, los resultados se presentan en las figuras 1.a), 1.b), 1.c) y 1.d).

En las flores solitarias el 60% de las mismas se encuentran en el estadio 69, el más avanzado que es cuando han caído los pétalos pero aún permanecen los estambres. Le sigue el estadio 59 que es el de flor cerrada previo a antesis.(ver anexo N°4)

En el caso de las flores terminales predomina el estadio 69 más avanzado al igual que en las flores solitarias, seguido también por el estadio 59. Ambos casos son bastante parecidos en la distribución.

En las flores de brotes mixtos, la distribución es más homogénea entre los estadios, siendo mayoritario el 59 , seguido del 69, luego el 61 que es el estadio de comienzo de floración donde el 10% de las flores están abiertas, seguido por el estadio 57 donde la flor esta cerrada y se abren los sépalos y se hacen visibles los extremos de los pétalos.

Por último, en las inflorescencias se puede observar casi la misma distribución que en las flores de brotes mixtos.

En resumen las flores solitarias y terminales es decir los brotes uniflorales se adelantan en su desarrollo fenológico con respecto a los brotes multiflorales con un 60 y 62% en estado 69.

Este comportamiento no coincide con lo propuesto por Lovatt(1984) en un trabajo realizado en naranja W. Navel (*Citrus sinensis*), donde la cronología del desarrollo de la flor se retrasa en inflorescencias con hojas es decir flores de brotes mixtos y terminales con respecto a inflorescencias sin hojas es decir flores de brotes solitarios y brotes que producen inflorescencias.

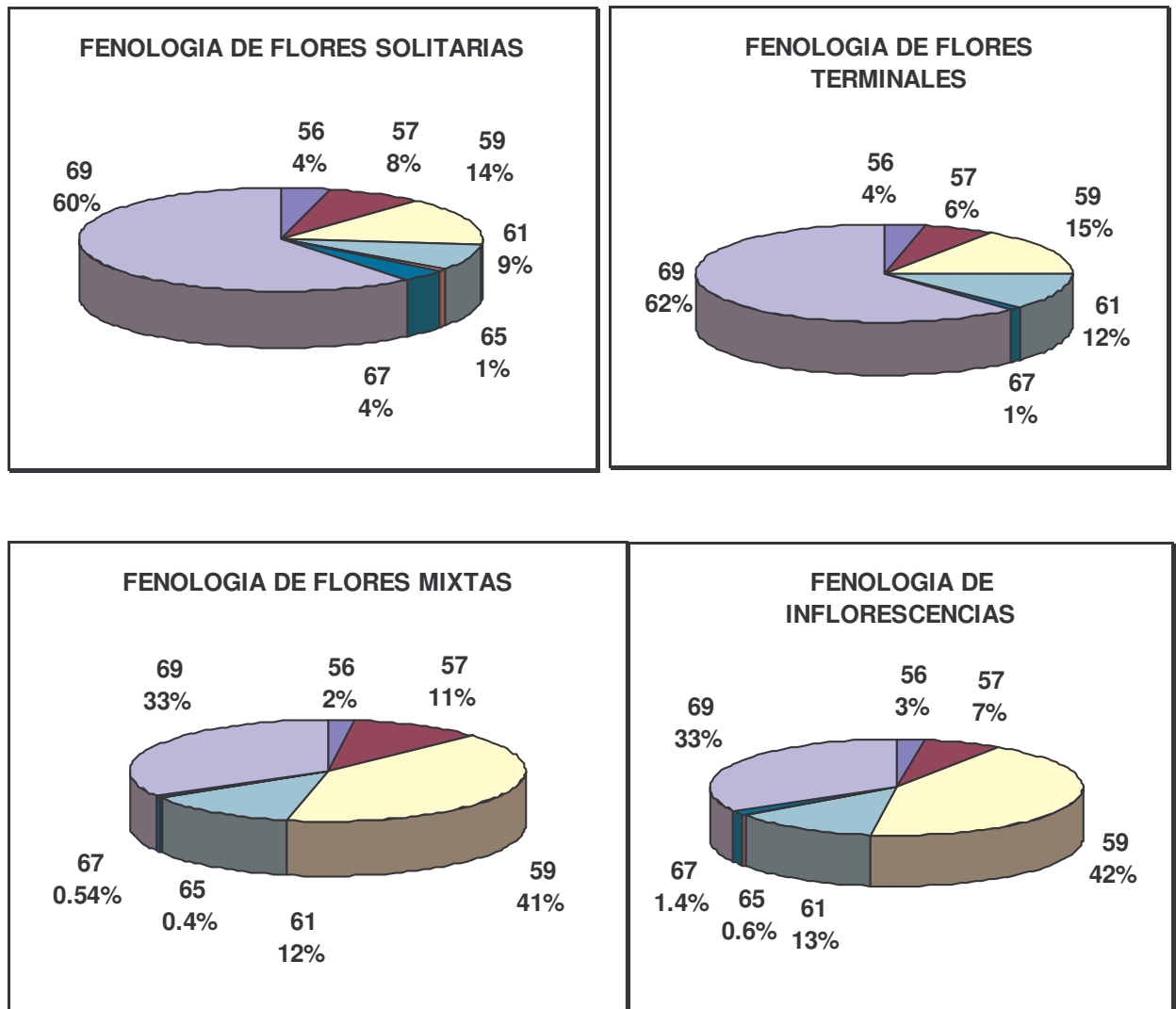


Figura 1. Fenología de la floración de primavera por tipo de brote.
a) Fenología de las flores de brotes terminales, 1.b) Fenología de las flores de brotes solitarios, 1.c) Fenología de las flores de brotes mixtos y 1.d) Fenología de las inflorescencias.

4.4. Brotación y floración postprimavera

4.4.1. Brotación postprimavera

La brotación en la variedad de limón Fino 49 se concentra en la primavera como se observa en la figura 2. Posteriormente a la máxima brotación registrada a fin de octubre, se presentaron durante noviembre dos nuevos flujos de brotación de menor intensidad y entre diciembre y la primera quincena de enero tres flujos con un promedio de tres brotes cada 100 nudos, a partir de ese momento y hasta el final del experimento, no hubo más brotación.

Desde febrero a mayo no existe casi brotación y las temperaturas durante ese período superan el umbral de brotación de los citrus que debe ser mayor a 12°C según lo propuesto por Janick(1990) de lo contrario se inhibe la brotación y la actividad radicular. A partir de lo anterior el resultado obtenido se debe a una característica de la propia variedad que no sólo concentra la floración como fue observado en las condiciones de España, país de origen de la variedad por García Lidón(et al,1988) sino que además concentra la brotación en primavera para las condiciones de nuestro país.

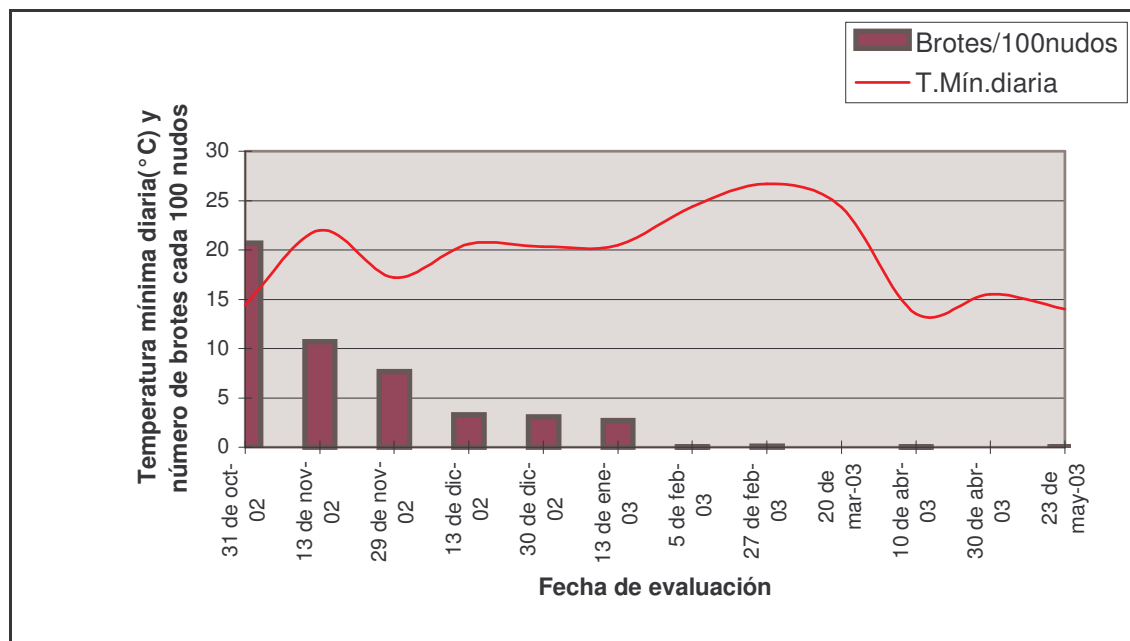


Figura 2: Evolución de la brotación postprimavera y la temperatura mínima diaria en función del tiempo.

4.4.2. Floración postprimavera

La evolución de la floración posterior a la primavera sigue el mismo comportamiento que la brotación. Luego de plena floración no se detecta ningún pico de floración significativo lo cual se observa en la figura 3 donde los flujos de brotación a partir de noviembre son mayoritariamente vegetativos.

Esto último coincide con los resultados obtenidos en España sobre el comportamiento de esta variedad por García Lidón(et al,1988), que se caracteriza por ser poco reflorescente concentrando la floración y la producción en la floración principal de primavera. Además la producción de frutos que se formaron a partir de las flores de primavera es de mayor valor comercial y es de mayor volumen en esta variedad que en otras variedades de limón como lo es Eureka. (García Lidón et al,1988)

Cuadro 3- Evolución de la Floración postprimavera según fechas de evaluación.

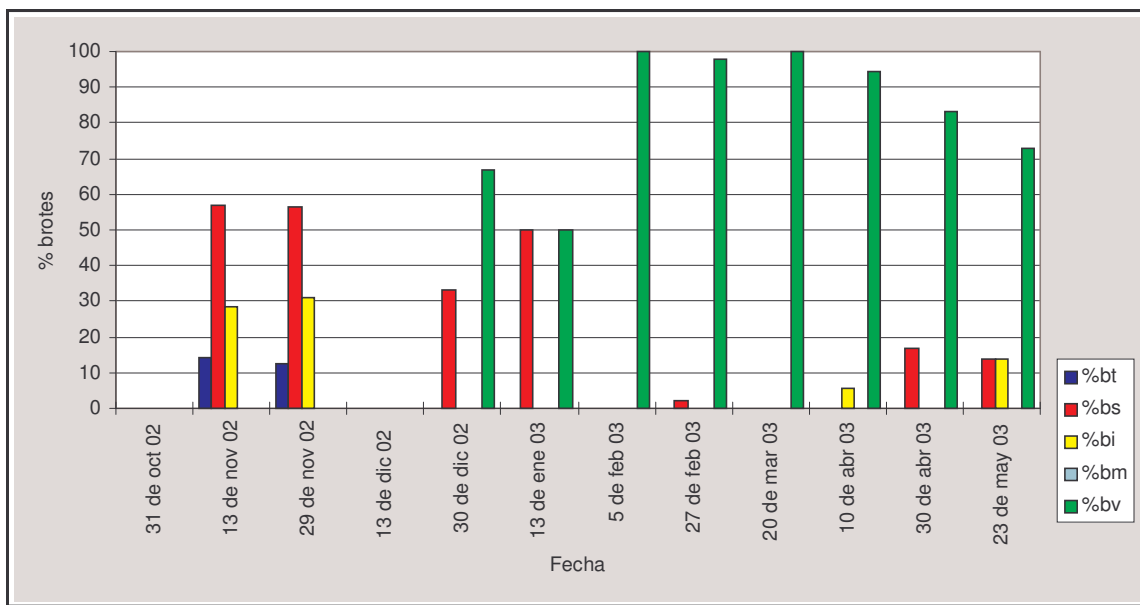
	Evolución de la floración post-primavera por fecha											
	31/10/02	13/11/02	29/11/02	13/12/02	30/12/02	13/01/03	05/02/03	27/02/03	20/03/03	10/04/03	30/04/03	23/05/03
Flores /100n	0	0.08	0.09	0	0.004	0.01	0	0.004	0	0.004	0.004	0.01

4.4.3. Evolución de la brotación postprimavera por tipo de brote.

La distribución por tipo de brote en los flujos de brotación posteriores a la brotación y floración de primavera desde diciembre hasta momentos previos a la cosecha, muestra una predominancia de brotes vegetativos sobre el resto no solo en frecuencia de aparición sino sobre todo en abundancia.

En el caso de los brotes florales, predominan los solitarios y las inflorescencias, detectándose un pico a finales de diciembre y mediados de enero y otro pero muy pequeño en el mes de mayo, donde solo aparecen brotes solitarios e inflorescencias y ambos se igualan en proporción.

A partir de lo anterior se observa por el tipo de brote que la variedad en estudio presenta la floración concentrada en la primavera, pues a partir de ese momento lo que se observa son fundamentalmente brotes vegetativos, existiendo muy pocos brotes florales pero que en porcentaje no son importantes con respecto a los porcentajes de floración de primavera. Además de acuerdo a lo que plantea García Lidón et al(1987) esos brotes florales si llegan a cuajar y logran que se complete el desarrollo de fruto, tendrán baja calidad por menor contenido de jugo, menor acidez, mayor número de semillas y mayor espesor de corteza que los fruto de la floración principal.



Referencias:

%bt- porcentaje de brotes terminales
 %bs- porcentaje de brotes solitarios
 %bi- porcentaje de brotes inflorescencia
 %bm- porcentaje de brotes mixtos
 %bv- porcentaje de brotes vegetativos

Figura 3: Evolución de la brotación postprimavera por tipo de brote según fecha de evaluación.

4.5. Cuajado final

Comparando el porcentaje de cuajado final obtenido para Fino 49 con el de la variedad Lisbon durante el mismo período de estudio, en arboles de la misma edad y en nuestras condiciones, se llega a la conclusión de que si bien Fino 49 presenta mayor intensidad de floración (21%) que Lisbon (9%) ambas variedades logran el mismo porcentaje de cuajado final 18.3% y 19% respectivamente.(Arbiza, com. pers., 2003)*

En España, Fino 49 presenta valores de cuajado final que coinciden y hasta son menores que los obtenidos en Uruguay.(García Lidón, 1992)

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

4.6. Abscisión de estructuras reproductivas.

En este caso se estudió la evolución de la caída de fruta desde cuajado inicial hasta mediados de enero, partiendo de un 57% de fruta en el árbol y finalizando con un 19%. En la figura 4 se observa como se estabiliza la caída de frutos a partir de mediados de diciembre que es el momento que se considera como el final de caída fisiológica.

Durante el primer mes posterior al cuajado cae más del 60% de estructuras reproductivas formadas desde plena floración esto coincide con lo propuesto por García Lidón(1992) que la variedad fino 49 se caracteriza por la tendencia a tirar estructuras reproductivas al estado de flor en mayores cantidades que otras variedades de limón como Eureka Frost. Además en ese primer mes cae más de un 20 % de frutos cuajados, esto coincide con lo que plantea García Lidón(1992), que el porcentaje de frutos caídos al final de caída fisiológica llega a un 30%.

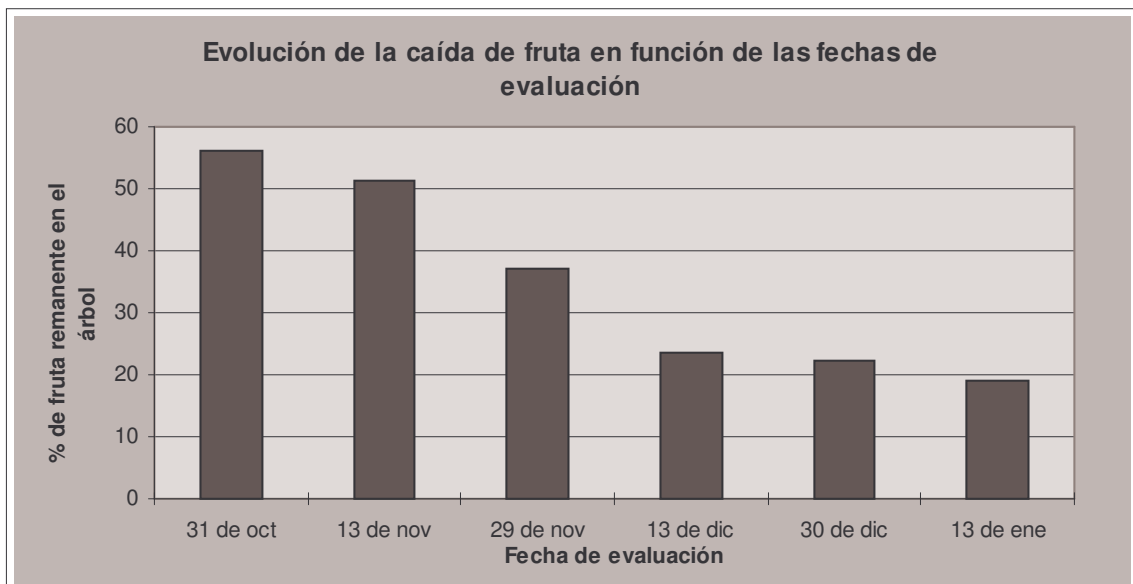


Figura 4: Evolución de la caída de frutos de brote en función de las fechas de evaluación.

4.6.1. Dinámica de abscisión

La dinámica de abscisión se ajusta a un modelo cuadrático, como se observa en la figura 5, donde se parte de un número inicial de 20 flores/100 nudos que aquí se toma como frutos/100 nudos en el día cero que es plena floración. Desde ese momento hasta los 60 días postfloración cae la mayoría de los frutos, es a partir de este momento en que se estabiliza el número de frutos/100 nudos. Esto último se explica porque es a los 60 días postfloración que finaliza la caída fisiológica que según Bain(1958) dura de cinco hasta diez semanas luego de plena floración.

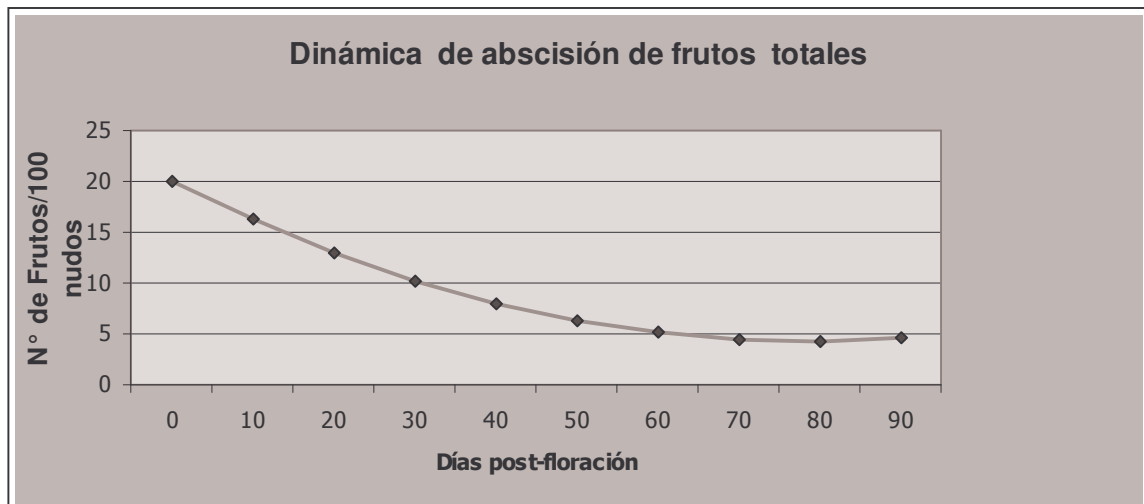


Figura 5: Evolución de la dinámica de abscisión en función de los días postfloración.

4.7. Crecimiento de fruto.

Se estudio el crecimiento de fruto expresado como evolución del diámetro de fruto de la floración de primavera desde cuajado hasta dos semanas previas a cosecha(el diámetro de fruto mínimo para cosecha fue de 57milímetros)

Los datos obtenidos se ajustan a un modelo Logístico que presenta los siguientes parámetros $\beta_0=55.25\text{mm}$, $\beta_1=13.3544$, $\beta_2= -0.0342$, siendo β_0 el máximo valor de crecimiento, β_1 el tiempo que demora el periodo de crecimiento total y β_2 la tasa de crecimiento.

A partir de los datos se observa que se comienza a evaluar crecimiento a partir de que el fruto tiene $3.84\text{mm}=(\beta_0/1+\beta_1)$, a partir de ese momento comienza la primera fase de crecimiento de fruto donde según Bain(1958) se define el número de células del fruto y su tamaño potencial. En esta etapa predomina la división celular y se puede ver que existe crecimiento exponencial como fue expuesto por Agustí(1995).

Esta fase finaliza con el fin de la caída fisiológica a partir de donde se aprecia un tipo de crecimiento que ya no es exponencial sino lineal debido a que predomina el alargamiento celular.(Agustí, 1995)

Es a partir de que finaliza esta etapa que se visualiza en la gráfica el cambio de crecimiento el cual para este caso es a partir de $27.6\text{mm}(\beta_0/2)$ de diámetro de fruto, el cual vendría a ser el punto de inflexión pasando a ser crecimiento decreciente hasta llegar al valor máximo de crecimiento que en este caso es de 55.25 definido como β_0 . Desde este momento hay un elentecimiento del crecimiento que como afirma Ferguson(1986) se corresponde con una serie de cambios organolépticos en el fruto que conducen a su madurez y senescencia.

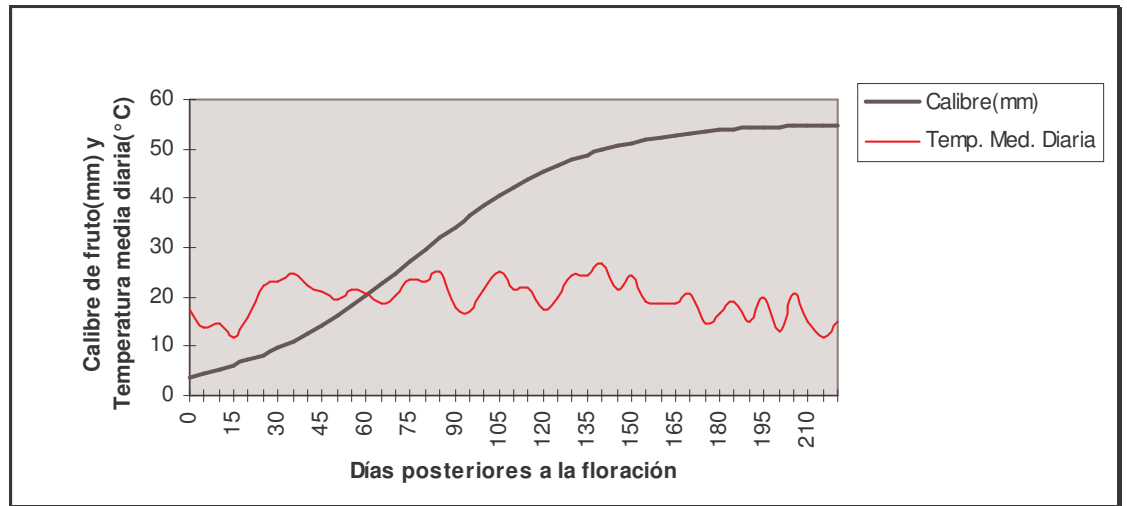


Figura 6: Evolución del diámetro de fruto y la temperatura media diaria en función del tiempo.

Por otro lado a partir del calculo de la tasa de crecimiento de fruto y el estudio de su evolución durante ese mismo período se determinó un pico de 0.8mm diarios en la tasa de crecimiento a mediados de diciembre que coincide con el final de la fase I de crecimiento exponencial (fin de la caída fisiológica) donde predomina la división celular y otro pico más pequeño a mediados de marzo que puede deberse a variaciones en las condiciones del clima o del manejo.

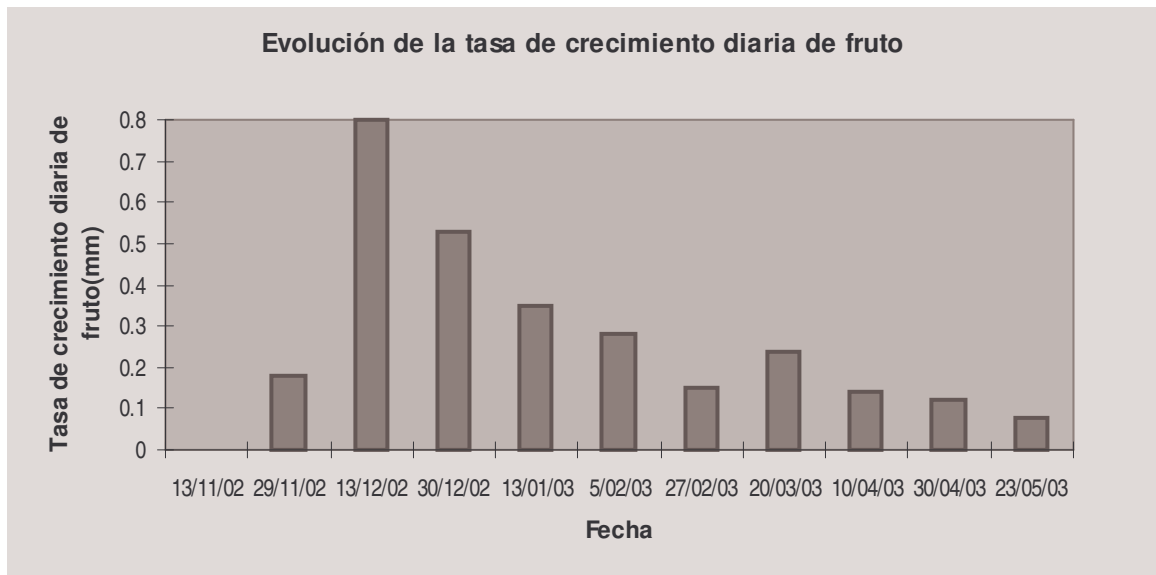


Figura 7: Evolución de la tasa de crecimiento de fruto en función del tiempo.

4.8. Cosecha

Se evaluó la cosecha en terminos del rendimiento promedio por árbol y de sus dos componentes como son número promedio de frutos por árbol y peso promedio de fruto para ambas cosechas. Las datos se obtuvieron de las dos cosechas, la primera realizada el 5 de junio del año 2003 y la segunda realizada el 19 de julio del mismo año y para un total de 7 arboles cosechados.

En la primera se cosechó casi los tres cuartos del total producido por los arboles y los frutos presentaron en promedio menor peso.

Cuadro 4:Rendimiento en Kg de fruta cosechada, N° de frutos cosechados por árbol y peso promedio de fruto en cada cosecha.

	PESO/ÁRBOL(KG)	N° DE FRUTOS/ARBOL	PESO PROMEDIO/ FRUTO (G)
Cosecha I	70.21	529	133.4
Cosecha II	24.7	206	124.4
Total	94.8	735	

En general no hubo variaciones importantes entre plantas en los resultados obtenidos, medidas a través de los coeficientes de variación, a excepción del número de frutos/árbol en la primera cosecha donde el C.V. fue del 44.1%.

El rendimiento total por árbol coincide con rendimientos obtenidos de la cosecha principal para la misma variedad Fino49 en otros países. Uno de esos países es Estados Unidos más específicamente Arizona, donde Wright et al(2000) obtienen rendimientos de 106.1 y 102.6 Kg/árbol para arboles de 5y 6 años de plantados. En el caso de España García Lidón et al(1988) obtienen rendimientos de 105.6 y 112.2 Kg/árbol para el cuarto y quinto año de plantación respectivamente.

A partir del año 2002 en adelante se observa un importante incremento del rendimiento en la cosecha de invierno del 2003 con respecto a la de invierno del 2002, lo cual demuestra que la producción comenzó a concentrarse en la cosecha de invierno en el último año.

	Invierno 2002	Verano 2002-2003	Invierno 2003
Rendimiento en Kg./árbol	40	30	94.9

Densidad de plantación=476 plantas/há

*Arboles de 4 años de edad

En las condiciones de España esta variedad presenta rendimientos mucho menores de cosecha de verano que en nuestro país siendo de 3.6 y 21.8 Kg/árbol para el cuarto y quinto año de plantación respectivamente. (García Lidón, 1988)

Estos valores de rendimiento de verano vienen a ser un 3.4% y un 19.4% de la producción de la cosecha principal para las condiciones de España contra un 31.7% para las condiciones de Uruguay.

Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo con los encontrados por Arbiza(com. pers., 2003)* en las condiciones de Uruguay para la variedad de limón más plantada en el país hasta el momento como lo es Lisbon, en arboles de 5 años de edad y durante el mismo período de estudio que Fino 49, se concluye que si bien esta última presenta mayor rendimiento en peso por árbol y en número de frutos por árbol esto último debido a que son plantas de mayor tamaño, el peso promedio de fruto es similar comparando la variedad Fino 49 con Lisbon.

Variedad	Nº total de frutos/árbol	Kg de frutos/árbol	Peso promedio/fruto(g)
Lisbon	101.6	819	127.5
Fino 49	94.9	735	129.4

En las condiciones de España García Lidón et al, (1988) registran valores superiores de peso promedio de fruto para la variedad Fino 49 que son de 144.1 g para frutos de la cosecha principal y valores superiores de 175.9g para frutos de verano.

* Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

4.8.1. Estudio de la relación N° de Flores/100 nudos de Primavera - N° de Frutos cosechados

Se aprecia la existencia de una relación proporcional entre el número de flores cada 100 nudos en la floración de primavera y el número de frutos cosechados por árbol que provinieron de aquellas flores.

El número de frutos aumenta al aumentar el número de flores cada 100 nudos con un coeficiente de correlación entre las variables de 0.93 hasta el valor de 21 flores, a partir de allí la relación se hace constante. Por lo que por encima de 21 flores/100 nudos no hay incremento en el número de frutos cosechados por árbol. Esto último se explica debido a que el porcentaje de cuajado esta relacionado inversamente con el número de flores, descendiendo rápidamente al aumentar el número de flores, de tal manera que el número de frutos formados permanece constante para un amplio rango floración según Guardiola(et al, 1992).

En contraste estudios realizados en naranja Salustiana en nuestro país evidencian valores de correlación negativa bastante bajos para intensidades de floración de 28 a 46 flores/ 100 nudos, lo cual implica una relación débil entre intensidad de floración y número de frutos cosechados para este caso.

Lo anterior se explica a través de lo expuesto por Guardiola et. al.(1992) quien encontró que para intensidades de floración de 20 flores cada 100 nudos un incremento en el número de flores resulta en un incremento en el rendimiento en tanto que para valores de 20 a 70 flores cada 100 nudos el aumento en el número de flores no tiene relación con el rendimiento.

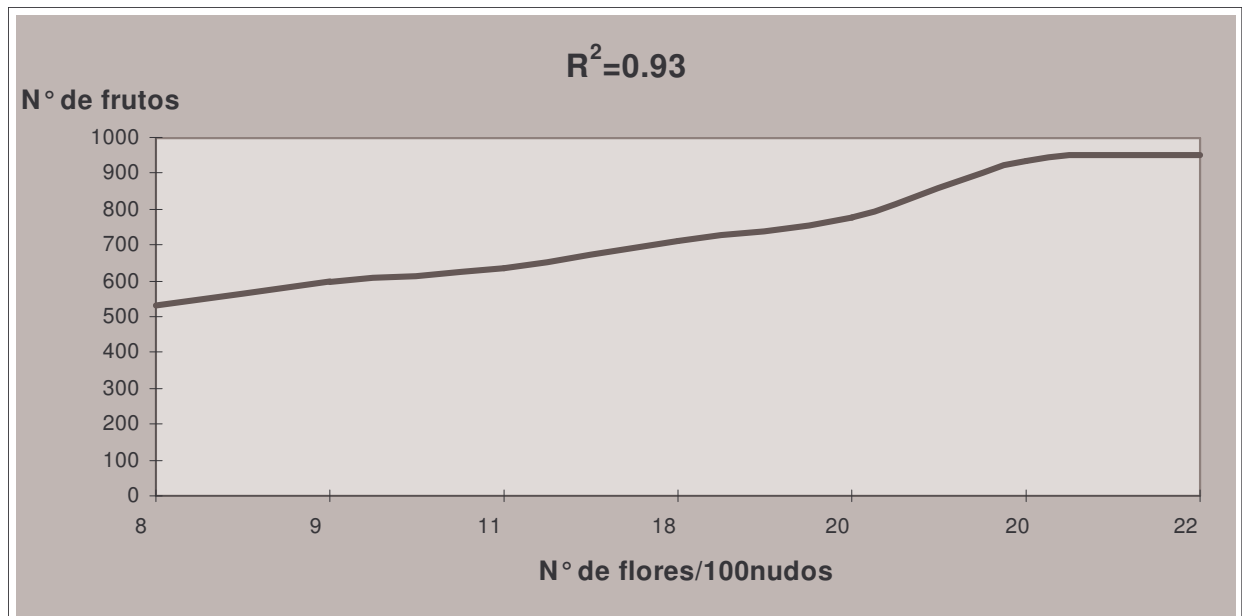


Figura 8: Relación entre N°de flores/100nudos de primavera- N° de frutos

4.8.2. Estudio de la Relación Rendimiento-N°de frutos

Para cuantificar la relación entre el rendimiento con uno de sus componentes como lo es el número de frutos, se calculó el coeficiente de correlación entre ambas variables determinándose que existe una relación directamente proporcional entre ellas llegando casi a ser de 1, la cual se expresa a través de un coeficiente de correlación de 0.92.

Es decir que al aumentar el número de frutos el rendimiento en kilos de fruta cosechada aumenta casi en la misma proporción. ($R^2= 0.92$). El valor de correlación obtenido para la variedad Fino 49 es coincidente con el valor de correlación $R^2=0.9469$ encontrado por Guardiola(1992) estos valores tan cercanos a 1 representan una muy estrecha relación entre el número de frutos y el rendimiento.

Coincidentemente Rivas(2001) encontró para naranja Valencia en las condiciones de Uruguay un alto valor de correlación entre rendimiento y número de frutos del orden de 0.913. Es así como al aumentar el número de frutos cosechados aumenta el rendimiento pero no el rendimiento de fruta comercializable(Arbiza, com. pers., 2001)*

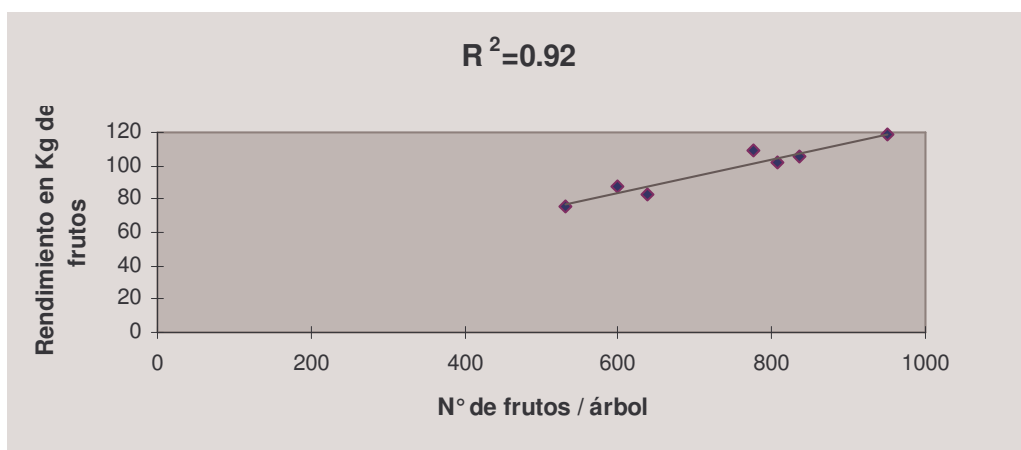


Figura 9.-Relación Número de frutos - Rendimiento (Kg)

4.8.3. Estudio de la Relación N°de frutos-Tamaño de fruto

En las Figuras 10 y 11 se representa la relación entre los dos componentes del rendimiento como son el número de frutos cosechados y el tamaño de esos frutos, esta última variable medida como calibre de fruto y como peso de fruto.

En ambos casos existe una relación inversa entre dichos componentes, que se expresa a través de coeficientes de correlación altamente negativos en ambos casos, con lo cual se puede concluir que el aumento del número de frutos por árbol va en detrimento casi proporcional del tamaño de esos frutos en el intervalo de 500-1000.

*Arbiza, H. 2001. Efecto de la poda en mandarina 'Nova' y limón 'Lisbon'. Informe de Proyecto CSIC.

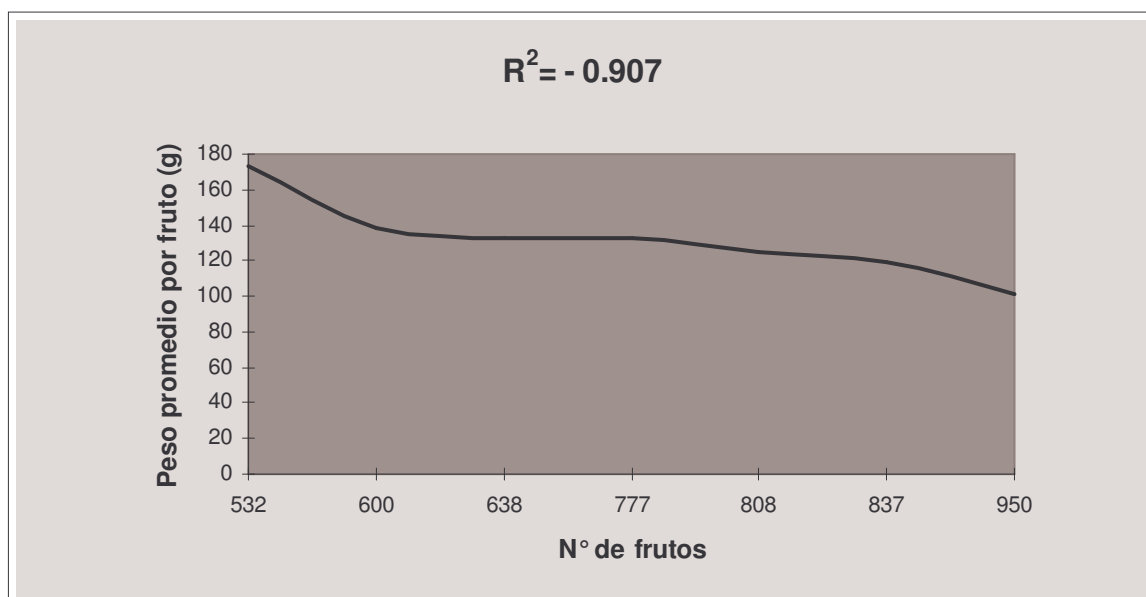


Figura 10- Relación Número de frutos - Peso promedio de fruto (g).

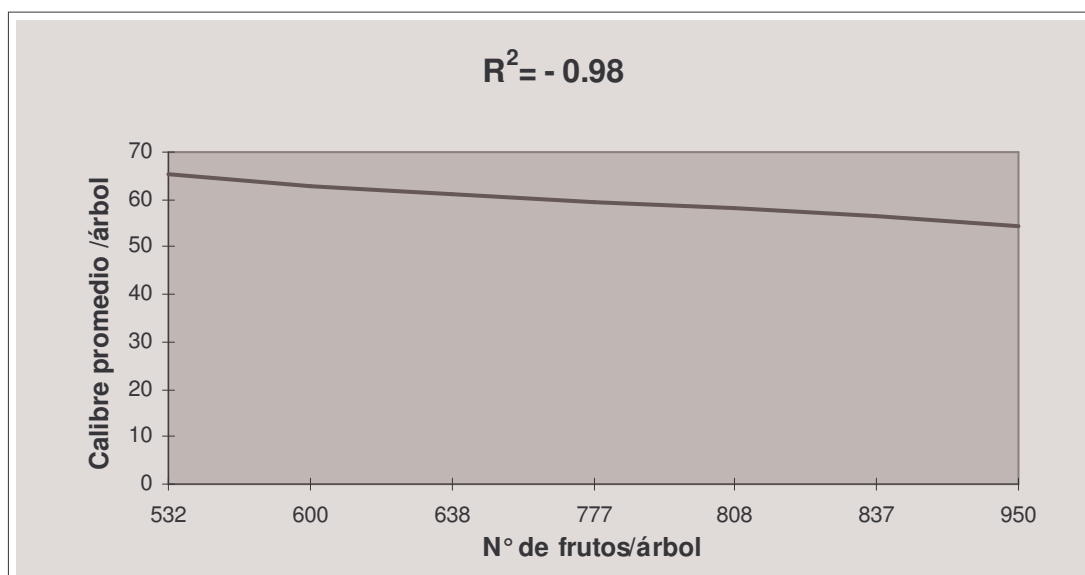


Figura 11- Relación Número de frutos - Calibre promedio de fruto(mm).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Guardiola et al. (1988); Guardiola (1988,1992,1997); Agustí et al.,(1995), Van Rensburg et al.,(1997) donde el aumento en el número de frutos produce una reducción en el peso promedio de esos frutos por existir una mayor competencia por fotoasimilados entre esos frutos.

Otra evidencia de esta relación es que el tamaño de fruto a la madurez se correlaciona con el tamaño de fruto al final de caída fisiológica siendo este el momento donde se define el número total de frutos. (Guardiola, 1992)

4.8.4. Calidad externa de fruto:

4.8.4.1. Distribución de calibres

En lo que tiene que ver con la calidad externa del fruto un índice de cosecha importante es el tamaño de fruto, medido a través del calibre.

Si comparamos con los datos obtenidos por Arbiza(com. pers., 2003)* con otra variedad de limón como es Lisbon para las condiciones de Uruguay y en árboles de 5 años de edad el porcentaje de frutos dentro del rango comercial es de 67.5% siendo menor que lo obtenido en Fino 49. Para el caso de fruta grande el dato obtenido para Lisbon(arboles de la misma edad que los de este estudio) que es del 2.9% es superior con respecto al de Fino 49 pero en el caso de fruta chica por debajo del calibre comercial los valores obtenidos para Lisbon de 29.9% superan a los de la variedad en estudio.

En cuanto a los resultados obtenidos en España por García Lidón(1988) para Fino 49 el calibre promedio para árboles de 5 años de edad es de 60.8mm coincidiendo con la mayoría de los datos de cosecha en Uruguay, donde la mayoría de los frutos se encuentran dentro del rango comercial.

En cuanto a los niveles de descarte de exportación por tamaño en limón para Uruguay, se determinó que existe entre un 5 a 20% según Gravina(1997), los resultados obtenidos superan el rango de porcentaje anteriormente mencionado, con un valor de 25.4% de frutos de descarte por menor tamaño.

* Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

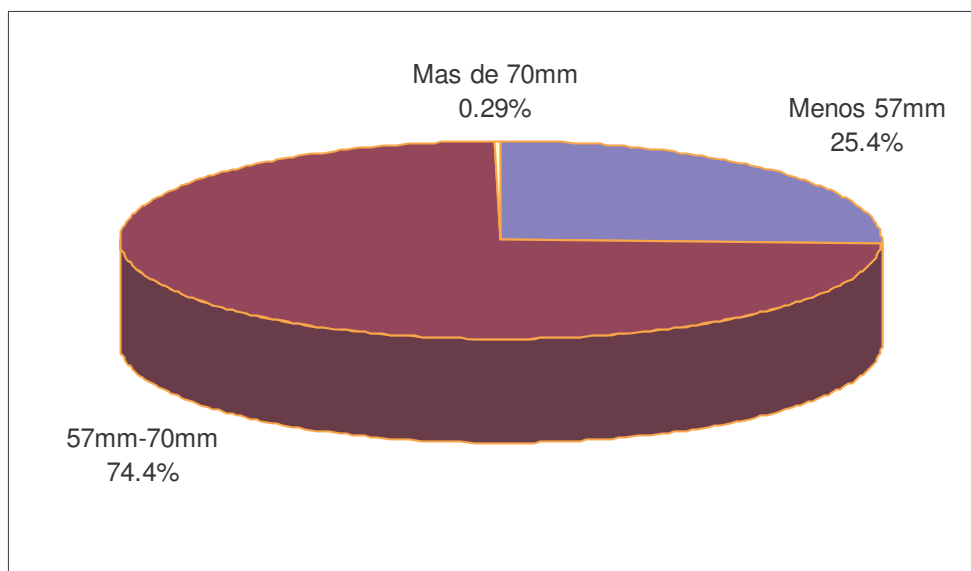


Figura 12- Distribución de calibres en el total de frutos cosechados

4.8.4.2. Nivel de daño en fruto.

El nivel de daño se expresa en el total de frutos de ambas cosechas sin discriminar cada una por separado debido a que la primer cosecha fue dirigida, cosechando sólo los frutos con menor nivel de daño.

Del cuadro 6 y la figura 13 se desprende que la distribución según nivel de daño fue similar, predominando el nivel 1 lo que vendría a ser entre una calidad entre primera y segunda, y el nivel 3 de descarte.

Existe un 30% de fruta de descarte por nivel de daño y un 50% de fruta sumando el descarte y la fruta en el nivel N°2, la cual presenta bajo valor en el mercado.

Los resultados obtenidos para Fino 49 son similares a los obtenidos para la variedad Lisbon, aunque existió un menor porcentaje de fruta con niveles 2 y 3 de daño en esta última.(Arbiza, com. pers., 2003)*

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

Para determinar las categorías a nivel de mercado se toma en cuenta nivel de daño y color, por lo que según Ing. Agr. Federico Montes(Com. pers., 2004) la categoría primera es fruta limpia sin daño que además presenta el color típico de la variedad. La segunda ya admite defectos de calidad como ser Rameado, algo de Botrytis, color desuniforme y deformidades leves, etc. Los patrones de calidad van cambiando y se van ajustando más a las necesidades de los clientes.

Esto último coincide con la información brindada por Ing. Agr. Andrea Pastore(Com. pers., 2004), quien además plantea que los frutos con daños provocados por cortes de tijera, oleocelosis, y golpes se consideran como descarte.

Cuadro 5: Porcentaje de incidencia del nivel de daño en el total de frutos cosechados.

Nivel de daño	% de nivel de daño	Coficiente de Variación
N0(sin daño)	20	88
N1(menos del 0% de la superficie del fruto dañada)	30	36
N2(entre 10 - 20% de sup. dañada)	20	54.5
N3(más del 20% sup. dañada)	30	86.3

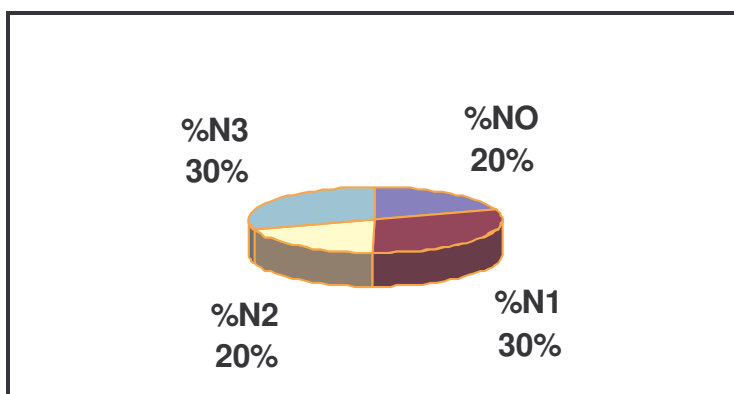


Figura 13: Distribución del nivel de daño en el total de frutos cosechados.

4.8.4.3. Tipo de daño en fruto

En cuanto al tipo de daño, al igual que el nivel de daño, se expresa en el conjunto de frutos de ambas cosechas.

En la Figura 14 se observa que el tipo de daño predominante es el de Rameado daño producido por viento que llega casi al 50%. Este último es seguido por la Botrytis y luego la Sarna daños causados por hongos fitófagos, mientras que el daño por insectos como cochinilla, otra enfermedad fúngica como la Melanosis, las deformaciones y otras causas las cuales no se conocen aparecen con menor frecuencia. Los resultados coinciden con lo expuesto por Gravina(1998) donde el daño por Rameado es el tipo de daño más frecuente para limón con un porcentaje entre 20 y 50% seguido del daño por enfermedades que es del 15 al 30%.

Dentro de los factores climáticos, los daños por viento son la primer causa de descarte de fruta cítrica en nuestro país, tanto en porcentaje como en periodicidad, alcanzando en algunos años para la zona sur del país que es la más afectada un 50% del total de fruta eliminada.(Montes, com. pers.; Martínez, 1995)

Las heridas causadas por el viento favorecen el ataque de hongos como el que provoca Botrytis, el cual no llega a infectar porque la planta reacciona produciendo deformaciones en el fruto que son la segunda causa de descarte más importante en limón. De igual manera el Rameado favorece el ataque de otro hongo como lo es el que produce la Sarna que aparece en fruto y que viene a ser la tercera causa de descarte más importante en limón. (Gravina, 1998)

Por lo todo lo expuesto anteriormente es coherente que luego luego del daño por Rameado las dos causa más importantes de descarte sean Botrytis y Sarna.

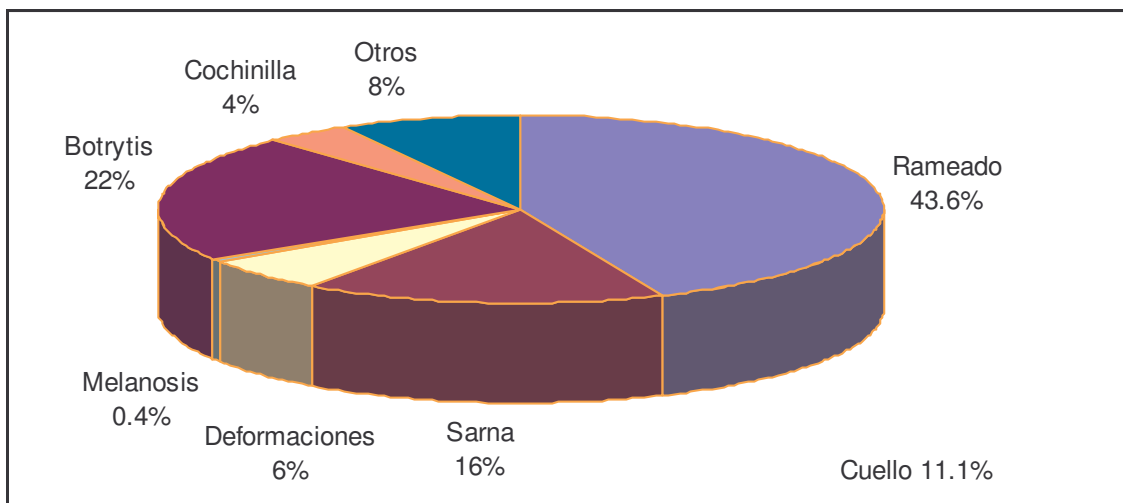


Figura 14: Distribución del tipo de daño en el total de frutos cosechados

4.8.4.4. Color de fruto

Otro índice de cosecha que se midió fue color de fruto basándose en la tabla colorimétrica construida para limón.(ver anexo N° 5)

Según Ing. Agr. Federico Montes(Com. pers.,2004) el color junto con el calibre son los dos parámetros que determinan el inicio de la cosecha. El color requerido por el mercado en nuestro país para limón es de amarillo verdoso a amarillo **C2-C3**, aunque al comienzo de la zafra se trabaja con desverdizado con lo cual se admiten colores más verdes **C3-C4**. Así mismo según la Ing. Agr. Andrea Pastore(Com. pers., 2004) el color amarillo oro en fruto se considera como causa de descarte en el mercado.

Se concluye pues a partir de los resultados que casi la mitad de los frutos cosechados están en el color **C3** y casi un 85% de los frutos cosechados está entre **C2y C3** que es rango de color aceptado por el mercado.

Los resultados coinciden con los resultados obtenidos en España por García Lidón(et al, 1987), donde la variedad Fino49 se caracteriza por poseer una coloración de fruto más verdosa que se mantiene a lo largo del tiempo y además a través de datos obtenidos en las observaciones a campo, esta variedad además de mantener el color, mantiene durante más tiempo en el árbol las condiciones comerciales de calidad de fruto de la cosecha principal, es decir mayor consistencia y menor caída de frutos.

En otro estudio realizado en España donde se compararon 4 clones de la variedad Fino entre ellos Fino 49 y 3 variedades de limón de origen extranjero se encontró que Fino 49 fue la variedad que produjo frutos de color más verdes y menos amarillos a la vez.(García Lidón et al 1988)

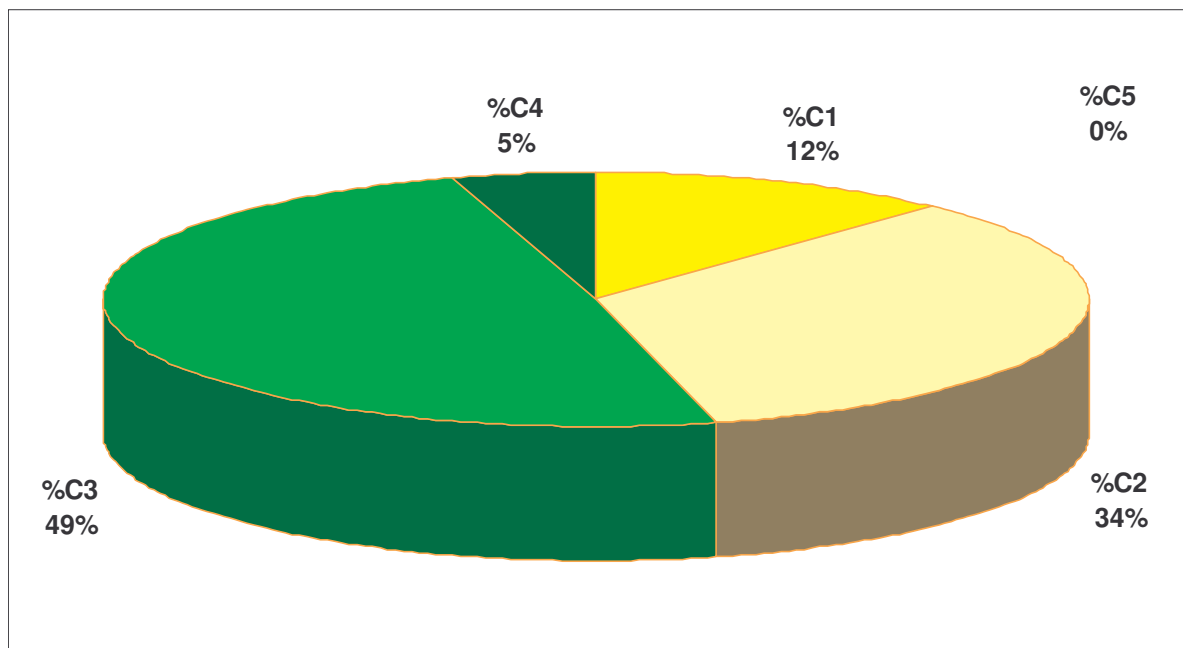


Figura 15 : Distribución del color de fruto en las dos cosechas

4.8.5. Calidad interna de fruto.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los caracteres evaluados en el análisis de calidad interna de fruto para cada una de las cosechas .

4.8.5.1. Número de semillas por fruto.

En cuanto al número de semillas el promedio se encuentra entre 4 y 5 semillas por fruto pero con una importante variabilidad entre los frutos. Esto coincide con lo que afirma Saunt(2000) donde la variedad Fino presenta un promedio de 5 semillas por fruto.

En España un trabajo realizado por García Lidón(1988) sobre la variedad Fino 49 comparada con otros clones y otras variedades se encontraron en promedio 7 semillas por fruto en arboles de 5 años de edad. Cabe aclarar que según García Lidón este valor y el de las demás variedades estudiadas es algo superior que lo normal debido a la existencia de polinización cruzada intensa. Con respecto a esto último según Soler Aznar(1999) algunos de los polinizadores de limón en este caso de limón Verna son Esbal(variedad de Clementina) produciendo frutos de limón con 4 a 8 semillas, híbridos como Ellendalle produciendo de 3 a 13 semillas, Fortune de 0 a 17 semillas, Nova de 3 a 17 semillas y Ortanique de 4 a 14 semillas.

Al comparar con los datos obtenidos para limón Lisbon en nuestras condiciones, en árboles de 5 años de edad y durante el mismo período de evaluación (Arbiza, com. pers., 2003),* Fino 49 presenta un menor número de semillas para ambas cosechas.

Comparando los resultados obtenidos con lo que el mercado determina para limón si bien no hay un valor específico de semillas por fruto, se considera bueno que exista un bajo número de semillas por fruto o ninguna, existiendo tendencia a producir limones sin semillas.(Ing. Agr. Federico Montes com. pers., 2004)

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

4.8.5.2. Porcentaje de jugo.

En lo que tiene que ver con el porcentaje de jugo se observa un leve incremento en la segunda cosecha aún menor a los valores obtenidos en España para la misma variedad y con respecto a otras variedades de limón. Según García Lidón(1988) los valores de porcentaje de jugo para la variedad Fino 49 son del 40% y en general para árboles de 5 años de edad superan el 35%. Para el caso de otras variedades de limón se han registrado valores superiores a 40%.

Aunque en otro estudio realizado por García Lidón et al, (1998) donde se comparó la variedad Fino 49 con su mutación, los arboles de la variedad Fino 49 de 5 años de edad, presentaron un 27.5% de porcentaje de jugo lo cual es inferior a lo obtenido en el presente trabajo.

Con respecto a los resultados de porcentaje de jugo para la variedad Lisbon de 35% , Fino 49 presenta valores inferiores para nuestras condiciones.

Comparando con los parámetros estandarizados por el mercado se considera que el porcentaje de jugo debe superar el 35% según Ing. Agr. Andrea Pastore (Com. pers., 2004). Con lo cual los resultados indican que la variedad en estudio tiene como desventaja un bajo contenido de jugo , que quizás pueda deberse a una característica de la juvenilidad, pues son arboles que aun no alcanzaron la etapa de plena producción.(Arbiza, com. pers., 2003)*

4.8.5.3. Sólidos solubles, acidez, y Ratio.

El contenido de sólidos solubles totales(SST) para ambas cosechas coincide con los valores obtenidos por García Lidón(1987, 1988, 1998)para la misma variedad de limón, puesto que van desde 7.6 a 8.3.

En el caso del contenido de acidez los valores obtenidos en el presente trabajo son algo superiores a los de otras variedades de limón como por ejemplo la variedad Lisbon en Chile , donde Villavicencio(et al, 1996) obtuvo valores de 6%.

*Arbiza, H. 2003. Estudio del comportamiento fenológico-reproductivo de los cultivares de limón 'Lisbon' y 'Fino 49'. Informe Proyecto CSIC.

Por último en cuanto a la relación sólidos/ solubles acidez medida a través del Ratio, en ambas cosechas es bastante parecido y lo que lo diferencia es causa de la leve diferencia existente entre los sólidos solubles.

Comparando con los resultados obtenidos para la variedad Lisbon con los de Fino 49 no existen diferencias en cuanto a estos tres parámetros evaluados.

Cuadro 6: Calidad interna de fruto en las dos cosechas.

	N° de semillas	% Jugo	SST	% Acidez	Ratio
<u>Cosecha 1</u>					
Media	4.19	29.96	7.9	7.33	1.07
C.V.(%)	54.50	3.30	16	2.59	17.06
<u>Cosecha 2</u>					
Media	4.71	31.78	8.5	7.47	1.13
C.V.(%)	48.60	9.94	2.4	2.00	3.48

5. CONCLUSION

A partir de los resultados obtenidos se pueden plantear las siguientes conclusiones preliminares dado de que se trata de un sólo año de estudio.

1. La variedad Fino 49 en las condiciones de Uruguay presenta una floración y una brotación concentrada en primavera.
2. La misma presenta un porcentaje de cuajado del 19% con una dinámica de abscisión que concentra la caída del 60% de las estructuras durante el primer mes postfloración.
3. En cuanto al tamaño de fruto existe un 25% de fruta de descarte por bajo calibre.
4. En cuanto a nivel de daño se determinó que existe una distribución homogénea entre categorías, con un 30% del total de fruta cosechada con más del 20% de la superficie de fruto dañada y un 50% de fruta con más de 10% de superficie dañada.
5. En el caso del tipo de daño, el Rameado es la principal causa de descarte, seguida de daño por Botrytis y por Sarna.
6. Por último en cuanto a la calidad interna del fruto, los resultados obtenidos para porcentaje de jugo no superan el 32% y en el caso del número de semillas por fruto, los valores son bajos de 4 a 5.

6. RESUMEN

Se estudió el comportamiento fenológico- reproductivo en arboles de limón (*Citrus limon* (L.) Burm) de 4 años de edad de la variedad Fino 49, durante un ciclo completo desde brotación hasta cosecha .

La variedad Fino 49 en las condiciones de Uruguay presenta una brotación y una floración concentrada en primavera, con una intensidad de 24 brotes y de 21 flores cada 100 nudos respectivamente, predominando en ambos casos los brotes vegetativos y los de flor solitaria.

Las restantes brotaciones fueron de muy baja intensidad, predominando los brotes vegetativos. La intensidad de brotación se hace mínima a partir de mediados de diciembre y a partir de enero no se registran más brotaciones.

La floración fue muy baja , apenas llegando a valores de 0.09 flores 100nudos.

El porcentaje de cuajado final fue de 19, concentrándose el 60% de la abscisión de estructuras reproductivas durante el primer mes posterior a plena floración.

El crecimiento de fruto se completó en 195 días, realizándose la primera cosecha el 5 de junio y la segunda el 19 de julio del 2003 con un promedio de rendimiento de ambas cosechas de 94.8 Kg y 735 frutos/árbol, en tanto que el peso promedio por fruto fue de 133.4g y 124.4g para ambas cosechas respectivamente.

El porcentaje de fruta de descarte por tamaño en el total de fruta cosechada fue del 25%. La variedad presentó un 30%del total de fruta cosechada con más del 20% de la superficie de fruto dañada y un 50% de fruta con más de 10% de superficie dañada. Los valores de porcentaje de jugo no superan el 32% y en el caso del número de semillas la variedad presenta un valor bajo de 4 a 5 semillas por fruto, mientras que los valores de contenido de acidez son de 7.9 y 8.5 y los de contenido de sólidos solubles son de 7.3 y 7.5 para primera y segunda cosecha respectivamente.

7. SUMMARY

The phenological and reproductive behaviour of 4 year-old lemon trees (*Citrus limon* (L.) Burm) was studied in the uruguayan conditions during a complete cycle from sprouting to harvest.

The Fino 49 variety presents concentrated sprouting and flowering in spring with values of 24 sprouts and 21 flowers/100 nodes. The most abundant were the vegetative sprouts and the solitary flowers.

The other sproutings were of low intensity, being the most abundant the vegetative sprouts. The sprouting intensity becomes minimum since the second half of december and since january no more sproutings were registered.

The other flowerings were of very low intensity reaching maximum values of 0.09 flowers/100 nodes.

The percentage of fruit set was of 19, concentrating a 60% of the reproductive structures abscission during the first month after full bloom.

The fruit growth was completed in 195 days, having the first harvest on june the 5th and the second one on july the 19th 2003. The average yield between the two moments of harvest was of 94.8Kg and 735 fruits per tree and the average weight per fruit was of 133.4g and 124.4g in the first and second moment of harvest respectively.

The percentage of non comerciable fruit due to small size in the total fruit harvested was of 25%. Fino 49 lemon had 30% of the harvested fruit with more than 20% of damage on the fruit surface and 50% of the harvested fruit with more than 10% of damage on the fruit surface. The percentage of juice content of the fruit did not exceed 32% and in the case of number of seeds per fruit this variety had low values of 4 to 5 seeds per fruit. In the other hand the values of content of acidity and of soluble solids were of 7.3 and 7.5 for first and second harvest respectively.

8. BIBLIOGRAFIA

- ABELLA, A. 1995. Uso de auxinas de síntesis para el crecimiento de frutos de limonero (Citrus limón Burman). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 72p.
- AGUSTI, M., ZARAGOZA, S., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., HACK, H., KLOSE, R., STAUB, R. 1995. Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios(Gén. Citrus). Levante Agrícola, 332: 189-199.
- ARANGUEN, M. , RODRIGUEZ, J., LOPEZ, B., MARTINEZ, M. I. 1989. Efecto del 2,4-D sobre la retención de frutos en limón "Eureka". Levante Agrícola, 289-290: 11-13.
- ARIAS, M., RONCA, F., ARBIZA, H. and GRAVINA, A. 1997. Phenological reproductive behaviour of 'Nova' and 'Clementina de Nules' mandarins in Uruguay. Proc. Int. Citriculture, 2: 1052-1056.
- ARORA, R. K., DAULTA, B. S. 1991. Studies on fruit set in various cultivars of lemons (Citrus limon Burm.). Haryana Journal of Horticultural Sciences, 20(3-4): 193-196.(Original no consultado, tomado de CAB Abstracts 1993-1994).
- BARBERA, G., CARIMI, F. 1988. Effects of different levels of water stress on yield and quality of lemon trees. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 717-722.
- BENTANCUR, M. 1988. Uruguay: una citricultura en expansión. Levante Agrícola, 287- 288: 228-231.
- BONO UBEDA, R., SOLER AZNAR, J., FERNANDEZ DE CORDOBA O' CONNOR. 1985. Variedades de agrios cultivadas en España. Moncada (Valencia). Generalidad Valenciana. IVIA. pp63-66.
- C.H.N.P.C. 1997. Censo Nacional Citrícola. 1996. M.G.A.P. Uruguay. 100p.

- C.H.N.P.C. 2001. Producción Citrícola por especies y variedades. información de :Encuestas de Estimación de Producción. Departamento de Economía y Encuesta. C.H.N.P.C. M.G.A.P. Uruguay.
- DELHOM, M. J., PRIMO-MILLO, E. 1993. El cuajado en las nuevas variedades. *Levante Agrícola*, 322: 4-8.
- DEMICHELE, A. and CALABRESE, F. 1997. Speed of growth of the pollen tube in lemon flowers in various blooming periods. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 610-610.
- DOMINGO, R., RUIZ-SANCHEZ, M. C., SANCHEZ-BLANCO, M. S., TORRECILLAS, A. 1996. Water relations, growth and yield of 'Fino' lemon trees under regulated deficit irrigation. *Irrig. Sci.* 16: 115-123.
- ERNER, Y., ARTZI, B., TAGARI, E., SHIEA, F. and HAMOU, M. 2000. Carbohydrate and vascular bundle effects on Citrus fruit set. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 693-698.
- FALLAHI, E. and KILBY, M. 1997. Rootstock and pruning influence on yield and fruit quality of 'Lisbon' lemon. *Fruit Varieties Journal*. 51(4): 242-246.
- FERENCZI, A., GAMBETTA, M., FRANCO, J., ARBIZA, H., GRAVINA, A. 1999. Crecimiento del fruto, tamaño final y productividad en Naranja 'Valencia' [Citrus sinensis (L.) Osb.] con la aplicación del ácido 2,4-Diclorofenoxipropionico. *Agrociencia*, III(1): 51-57.
- FOGUET, J. L., GONZALEZ, J. L., BLANCO, A. S., VINCIGUERRA, H. 1994. Similitudes y diferencias entre los cultivares de limoneros Eureka, Génova y Lisboa. *Avance Agroindustrial*, 59 :5-10.
- GARCIA-LIDON, A., ORTIZ, J. M., GONZALEZ, D., LOPEZ BRIONES, D., GARCIA LEGAZ, M. F. PORRAS, I. 1987. Clones Selectos de limonero en España: El Fino 49. *Fruticultura Profesional*. 9: 17-21.
- (), A., PORRAS, I. GONZALEZ, D. and ORTIZ MACIDE, J. M. 1988. First results of the clonal selection programme for lemon trees in Spain. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 207-214.

- (), A., MUÑOZ FRUCTOSO, J., GARCIA LEGAZ, M. F. PORRAS-CASTILLO, I. 1990. Últimas selecciones de limonero en España. *Levante Agrícola*. 297-298 : 27-29.
- (), A., GARCIA-LEGAZ, M. F., PORRAS-CASTILLO, I. and ORTIZ MARCIDE, J. M. 1992a. Comparative Study of Flowering and Fruit set in lemon [C. limon(L) Burm. f] varieties 'Eureka Frost' and 'Fino 49'. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 482-484.
- (), A., PORRAS-CASTILLO, I. ORTIZ MARCIDE, J. and MOLINA, R. 1992b. Early harvesting of 'Fino' lemon using a new synthetic auxin. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 473-474.
- (), A., PORRAS-CASTILLO, I. ORTIZ MARCIDE, J. M., MOLINA, R. 1992c. Adelantamiento de la recolección de limón Fino [C. limon(L) Burm. f] con una nueva auxina de síntesis. *Levante Agrícola* 319 : 64-67.
- (), A., PORRAS, I. 1998. Limón Chaparro. Una línea de alta eficiencia productiva, gran precocidad y menor desarrollo. *Todo CITRUS*, abril/junio: 44-47.
- GARCIA PETILLO, M. 1993. Efecto de diferentes momentos de riego en el rendimiento y la calidad de los citrus. *Levante Agrícola*, 3^{er} trimestre: 182-193.
- GOREN, R. 1993 . Anatomical, Physiological, and Hormonal Aspects of Abscission in Citrus. *Hort. Rev.* 15: 145-182.
- GRAVINA, 1998. Produção de citros para exportação no Uruguai. *ANAIS V Seminário Internacional de Citros- Tratos culturais*. Bebedouro, Sao Paulo, Brasil: 273-288.
- (), A. 1999. Ciclo fenológico-reproductivo; Bases fisiológicas y manejo. 1^a. E d. Uruguay, Montanez. 55p.
- (), A., ARBIZA, H., FERENCZI, A., ORLANDO, L., SEVERINO, V., GAMBETTA, G., ALMELA, V., AGUSTI, M. 2000. Estudio del comportamiento alternante de la naranja Salustiana [Citrus sinensis(L.) Osb.] en diferentes condiciones productivas. *Agrociencia*, I(1): 17-22.

- GREEN, G. G., BOZALEK, S. J. and SCHOEMAN, A. S. 1976. B. Climatic and soil requirements. Citrus series. B.1 Climatic requirements of Citrus. S. Africa.
- GOLDSCHMIDT, E. 1999. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. *Sci. Hortic.* 34(6):1020-1024.
- GUARDIOLA, J. L. 1981. Flower initiation and development in Citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 242-246.
- (), J. L., MONERRI, C. and AGUSTI, M. 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in Citrus. *Physiol. Plant.* 55: 136-142.
- (), J. L., GARCIA MARI., F. and AGUSTI, M. 1984. Fruit set and growth. Second International Seminar on Citrus. Bebedouro, Sao Paulo, Brasil. p 1-30.
- (), J. L. 1992. Competition and fruit set in the Washington navel orange. *Physiol. Plant.* 62: 297-302.
- HALL, A. E., KHAIRI, M. M. A. and ASBELL, C. W. 1977. Air and Soil temperature effects on flowering of Citrus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(3):261-263.
- HARTY, A.R. and VANSTADEN, J. 1988. Paclobutrazol and temperature effects on lemon. *Proc. Sixth Citrus Congress*: 343-353.
- IGLESIAS, D. J., TADEO, F. R., TALON, M. 2003. Relación entre productividad, superficie foliar y fotosíntesis en cítricos. *Levante Agrícola* 1^{er} trimestre: 30-37.
- JOSAN, J. S., SANDHU, A. S., ZHORA-SINGH, SINGH, Z. 1999. Changes in the endogenous phytohormones in lemon fruit during growth and development. *Indian Journal of Plant Physiology*, 4(1): 20-23. (Original no consultado, tomado de CAB Abstracts 1998/08- 2000/07).
- KALITA, K. C., DAS, D., SARKAR, C. R., BHAGABATI, K. N. 1995. Changes in chemical constituents of Assam lemon (*Citrus limon* Burm. f.) at different stages of development. *Journal of the Agricultural Science Society*

of North East India, 8(1): 1-5. (Original no consultado, tomado de CAB Abstracts 1996-1998/07).

-KRAJEWSKI, A. J. and RABE, E. 1995. Citrus Flowering: A critical evaluation. Journal of Horticultural Science. 70(3): 357-374.

-LORD, E. M., ECKARD, K. J. 1985. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). I. Floral and Inflorescence Ontogeny. Bot. Gaz. 146(3):320-326.

-(), E. M., ECKARD, K. J. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA₃ treatment. Bot. Gaz. 148(1):17-22.

-LOVATT, C. J., STREETER, S. M., MINTER, T. C., O'CONNELL, N. V., FLAHERTY, D. L., FREEMAN, M. W. and GOODELL, P. B. 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* [L.] Osbeck, c.v. 'Washington' navel orange. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1: 186-190.

-(), C. J., ZHENG, Y. and HAKE, K. D. 1988(a). A New look at the Kraus-Kraybill Hypothesis and flowering in Citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1: 475-483.

-MOSS, G. I. 1971. The effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46: 177-184.

-MULLER, I., CARNELLI, J. 1993. Bioclimatología de los Citrus en Uruguay. INIA. Uruguay: 1-19.

-NATH, J. C. 1999. Studies on floral biology of Assam lemon (*Citrus limon* Burm.) . Annals of Agricultural Research, 20 (2): 238-239. (Original no consultado, tomado de CAB Abstracts 1998/08- 2000/07).

-ORTIZ, J.M., GARCIA-LIDON, A. 1983. Patrones de limonero. Levante Agrícola. 247-248 : 137-142.

-(), J.M., ZARAGOZA, S., BONO, R. 1987. Principales variedades de cítricos cultivadas en España. Levante Agrícola. 277-278 : 172-174.

- ORTIZ MARCIDE, J. M., GARCIA LIDON, A. 1985. Zonas Mundiales de cultivo de limonero. Levante Agrícola. 261-262: 157-162.
- PARRA, N., ORTUÑO, A. 1977. Development of organic phosphorus fractions in flowers during the flowering stages of *Citrus limonum* cultivated on saline soils. Proc. Int. Soc. Citriculture, 3: 1056-1059.
- PORRAS, I., ALCOLEA ILLAN, V., GARCIA IZQUIERDO, F., SANCHEZ BAÑOS, M., GARCIA LIDON, A., Y CONESA MARTINEZ, A. 1992. Estudio comparativo de la productividad del limonero ‘ Fino 49 ’ sobre patrones de *C. macrophylla* y Naranja Amargo. Levante Agrícola. 2^{do} trimestre, 319: 93-96.
- RAZETO, B. y LONGUEIRA, J. 1987. Inducción de floración otoñal en limonero mediante deficit hídrico y remoción de frutos. Levante Agrícola. 275-276: 120-122.
- (), B. and VILLAVICENCIO, A. 1996. Growth and Properties of Lemon Fruit According to the Season of Fruit Set. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 994-996.
- REUTHER, W., WEBBER, H. J., BATCHELOR, L. D. 1978. The Citrus Industry. History, world distribution, botany and varieties. University of California, Division of Agricultural Sciences. Vol. I. 611p.
- RIVAS, F. 2001. Relaciones fructificación-floración en naranja ‘Valencia’ [*Citrus sinensis* (L). Osb.]. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 69p.
- RONCA, F., ARBIZA, H., ABELLA, A., ARIAS, M., GRAVINA, A. 1997. Synthetic auxins evaluation on fruit size and yield in ‘ Lisbon’ type lemon. Acta Horticulturae, 463: 405-412.
- SAUNT, J. 2000. Citrus Varieties of the world. 2^a. E d. España, Sinclair International. 156p.
- SOLER AZNAR, J. 1999. Reconocimiento de variedades de cítricos en campo. Generalitat Valenciana. España. pp.145-151.

-SOUTHWICK, M. S. and DAVENPORT, T. L. 1986. Characterization of Water Stress and low Temperature Effects on Flower Induction in Citrus. *Physiol. Plant.* 81: 26-29.

-SPIEGEL-ROY, P. and GOLDSCHMIDT, E.E. 1996. *Biology of Citrus*. 1^a E d. U.K. Cambridge Univ. Press. 230p.

-TALON, M. 1997. Regulación del cuajado del fruto en cítricos: evidencias y conceptos. *Levante Agrícola*, 1^{er} trimestre, 338: 27-37.

- UNIVERSITY OF FLORIDA (USA).INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCES.1986 Citrus flowering, fruit set and development.Florida. 89p.

-WRIGHT, G.C., PEÑA, M. A. 2000. Evaluation of lemon scions for the southwest Arizona Lemon Industry. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 508-510.

9. ANEXO

Anexo 1: Brotes de limón en su etapa inicial de su desarrollo.

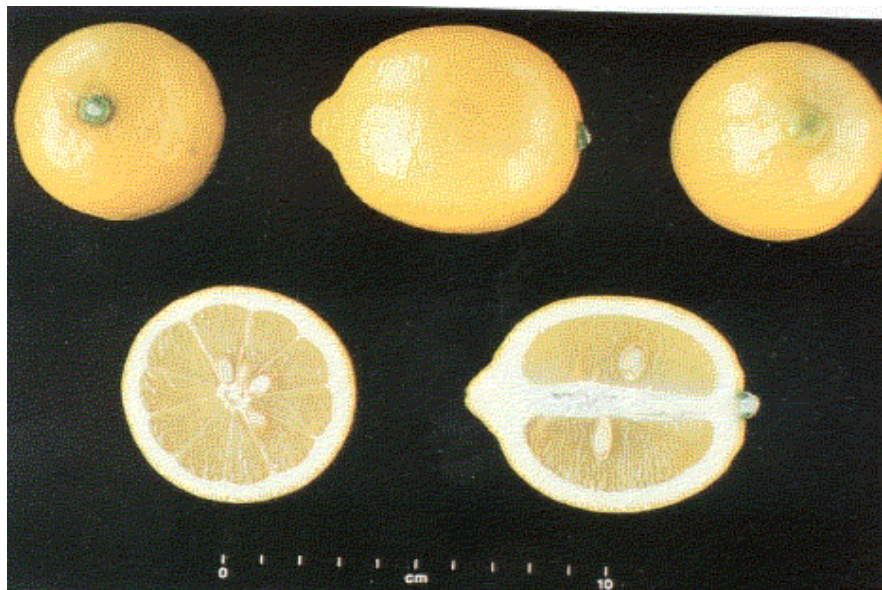


Anexo 2: Características de la planta de limón Fino 49 en dos momentos;
brotación y cosecha .





Anexo 3: Características del fruto de limón Fino 49.



Fuente: Reconocimiento de variedades de cítricos a campo. Soler Aznar, 1999.

Anexo 4: Estadios fenológicos de desarrollo del limón fino 49 basados en Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios, Agustí et. al., 1995.



56 57 59 60 61 65 69 71 72 73

Anexo 5: Escala colorímetrica construida para limón Lisbon utilizada para evaluar color en limón Fino 49.

