

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

Facultad de Agronomía

**EVALUACIÓN DE UN MODELO DE DESARROLLO
FLORAL EN VALENCIA LATE
(*Citrus sinensis* Osbeck)
BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y SECANO**

por

María Valentina MUJICA TELIZ
Verónica Fabiana OSORIO QUIROGA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

MONTEVIDEO
URUGUAY
2001

Tesis aprobada por:


Director:



Ing. Agr. Álvaro Otero



Ing. Agr. Luis Bisio




Ing. Agr. Luis Salvarrey

Fecha:

31 de Julio del 2001

Autor:



María Valentina MUJICA TELIZ



Verónica Fabiana OSORIO QUIROGA

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria por permitirnos realizar este trabajo en sus instalaciones de Salto Grande, así como también al técnico del INIA y director del presente trabajo, Ing. Agr. Álvaro Otero, por el apoyo y dedicación prestado durante el desarrollo de esta tesis. Del mismo modo queremos hacer extensivo este agradecimiento a los funcionarios de dicha institución, por la ayuda brindada en las mediciones de campo.

De igual modo queremos reconocer también, la colaboración ofrecida por los Ing. Agr. Luis Bisio, Alfredo Gravina; al personal de biblioteca de Facultad de Agronomía y muy especialmente a nuestras familias, quienes nos han acompañado durante la realización de este trabajo final.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	III
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CICLO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO	3
2.2 DESARROLLO FLORAL EN ÁRBOLES FRUTALES	4
2.3 DESARROLLO FLORAL EN CÍTRICOS	6
2.4 DIFERENCIACIÓN DE YEMAS	7
2.5 FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN EN ÁRBOLES FRUTALES	9
2.6 FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN EN CÍTRICOS	9
2.6.1 <u>Clasificación americana</u>	9
2.6.2 <u>Clasificación universal BBCH</u>	10
2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO FLORAL	10
2.7.1 <u>Factores ambientales</u>	10
2.7.2 <u>Factores endógenos</u>	11
2.7.3 <u>Factores genéticos</u>	12
2.7.4 <u>Factores generales</u>	12
2.8 MODELOS DE FLORACIÓN EN CULTIVOS	13
2.9 CUAJADO DEL FRUTO	14
2.9.1 <u>Influencia de la floración</u>	17
2.9.2 <u>Disponibilidad de nutrientes</u>	18
2.9.2.1 Competencia por fotoasimilados y nutrientes	18
2.9.3 <u>Influencia del agua en el cuajado y desarrollo del fruto</u>	19
2.9.4 <u>Niveles hormonales en el fruto</u>	20
2.9.4.1 Auxinas	20
2.9.4.2 Giberelinas	20
2.9.4.3 Citoquininas	21
2.9.4.4 Inhibidores del desarrollo	21
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	23
3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO	23
3.2 MATERIAL VEGETAL Y SUELOS	23
3.3 MANEJO DEL MONTE	23
3.3.1 <u>Riego</u>	23
3.3.2 <u>Fertilización y manejo del suelo</u>	23

3.3.3 <u>Manejo sanitario</u>	24
3.4 <u>PROCEDIMIENTOS</u>	24
3.4.1 <u>Evaluación de temperaturas en la copa del árbol</u>	24
3.4.2 <u>Evaluación de la floración</u>	26
3.4.2.1 Intensidad y calidad de floración (Plena Flor)	26
3.4.2.2 Evolución de la floración	26
3.4.3 <u>Formulación del modelo</u>	29
3.5 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	32
4.1 <u>ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS</u>	32
4.1.1 <u>Variabilidad de las temperaturas en la copa y grados – día calculados</u>	32
4.2 <u>ANÁLISIS DE LA FLORACIÓN (PLENA FLOR)</u>	37
4.3 <u>ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA FLORACIÓN</u>	39
4.3.1 <u>Evolución de la floración y cálculo de los parámetros del modelo</u>	39
4.3.2 <u>Ajuste del modelo</u>	53
5. <u>CONCLUSIONES</u>	58
6. <u>RESUMEN</u>	59
7. <u>SUMMARY</u>	60
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
9. <u>ANEXO</u>	71

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°		Página
1	Distribución de las temperaturas y grados – día calculados promedio en la copa del árbol durante el período de experimentación	33
2	Evaluación de la floración de acuerdo a la posición de las ramas en el árbol (n° de flores/100 nudos) para los efectos riego/secano y posición	37
3	Evaluación de la floración de acuerdo a la posición de las ramas en el árbol (n° de flores/100 nudos) para los efectos riego/secano y posición	38
4	Tasa de sobrevivencia promedio a través del tiempo fenológico	42
5	Valores ajustados de los parámetros μ y σ para las distribuciones de desarrollo (riego Este y Oeste)	47
6	Valores ajustados de los parámetros μ y σ para las distribuciones de desarrollo (secano Este y Oeste)	48
Figura N°		Página
1	Posición de las termocuplas en los árboles	25
2	Posición de las ramas seleccionadas para el estudio de evolución de la floración	27
3	Clasificación fenológica de los cítricos según Agustí (1995)	28
4	Grados – día acumulados fenológicos en la copa de árbol durante el período de muestreo en el tratamiento de secano	35
5	Grados – día acumulados fenológicos en la copa de árbol durante el período de muestreo en el tratamiento de riego	35
6	Grados – día acumulados fenológicos durante el período de ensayo en los tratamientos de riego y secano	36
7	Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados – día/10 acumulados del lado Oeste bajo riego	39
8	Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados – día/10 acumulados del lado Este bajo riego	40
9	Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados – día/10 acumulados del lado Este en secano	40

10	Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados – día/10 acumulados del lado Oeste en seco	41
11	Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Riego - Este	43
12	Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Riego - Oeste	44
13	Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Secano - Oeste	45
14	Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Secano - Este	46
15	Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados – día /10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Riego Oeste	49
16	Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados – día /10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Riego Este	50
17	Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados – día /10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Secano Este	51
18	Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados – día /10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Secano Oeste	52
19	Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento riego - este	53
20	Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento riego - oeste	54
21	Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento seco - oeste	55
22	Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento seco - este	56

1. INTRODUCCIÓN

Para Uruguay el caso de los *Citrus* constituye la experiencia más madura de inserción en el mercado internacional con productos hortifrutícolas frescos de contra estación.

La evolución del sector cítrico en los últimos veinticinco años representa un ejemplo de crecimiento liderado por las exportaciones, con un proceso de inversión y cambio técnico en la base agropecuaria, que recibe los impulsos dinámicos de la agroindustria y de las etapas de la comercialización. Constituye en si mismo un complejo agroindustrial organizado y cimentado en una estructura empresarial eficiente. Dado que el mercado interno además de ser reducido se encuentra saturado, la viabilidad económica del sector depende de la exportación.

Un nuevo marco productivo permitió la incorporación de variedades que brindan una oferta durante varios meses, así como la adopción de prácticas de manejo como aumento en la densidad de plantación, adopción de riego localizado, uso de análisis foliar, poda y manejo postcosecha para lograr aumentar el porcentaje de fruta de primera calidad, superando el 43% del total de la fruta producida (Censo Nacional Cítrico, 1997) además del rendimiento. De acuerdo al Censo Nacional Cítrico, en 1996 se alcanzó una superficie cultivada de 20700 hectáreas, de las cuales 17700 correspondieron a la zona norte mientras que las 3000 restantes se encontraban en la zona sur.

La composición varietal actual en el Uruguay, permite la oferta de fruta de mesa durante un período mayor a los 7 meses, comenzando en la segunda quincena de febrero y terminando a fines de octubre; el pico productivo se concentra entre junio y agosto. Dentro de las naranjas, que ocupan un 43% de la superficie plantada con cítricos y más del 50% de la producción, las dos principales variedades son la "*Valencia late*" y el grupo "*Navel*", y con menor importancia, "*Salustiana*". Las mandarinas e híbridos, han incrementado su participación tanto en superficie plantada (44%), como en volumen de producción (30%); en el grupo de las tempranas, "*Satsumas*" (*Owari* y *Okitsu*), representan la principal variedad; las Clementinas "*Fina*" y "*de Nules*" y el híbrido "*Nova*", han aumentado en los últimos años su participación en la oferta de media estación, mientras que "*Ellendale*", a pesar de su sensibilidad a las heladas y problemas de productividad, continúa siendo la de mayor importancia entre las tardías, aunque en retroceso; el tangor "*Ortanique*", en fase de expansión, se presenta como una alternativa, debido a su rusticidad y excelente manejo postcosecha.

Con menor importancia, pueden mencionarse las mandarinas "*Montenegrina*" y "*Murcott*". A excepción de esta última, todos los cultivares de naranja y mandarina mencionados son sin, o con muy pocas semillas, lo que aumenta su valor de mercado. Para el mercado interno, además de las mencionadas, las

variedades de mayor relevancia son la mandarina común y la híbrida, ambas con semillas.

El limón, que representa un 10,5% del total de plantas y un 13,5% de la producción, presenta un largo período de recolección, con un máximo desde junio a setiembre. Es la principal especie en la zona sur del país, siendo Lisbon la variedad mayoritaria. Por último, la producción de pomelos puede considerarse marginal, siendo menor al 4% del total.

La tendencia evidenciada en los últimos años, es la expansión de las mandarinas e híbridos, el estancamiento o disminución de las naranjas y limones y la casi desaparición de los pomelos.

El portainjerto utilizado en el 90% de los casos es el *Poncirus trifoliata*, (Censo Nacional Citrícola, 1997), adecuado por sus características de tolerancia al complejo virósico de la Tristeza, considerado endémico en el país y a *Phytophthora*, buena adaptación a bajas temperaturas y por conferir alta calidad de fruta a la variedad injertada.

Los principales problemas en la fase productiva, pueden clasificarse en dos grandes grupos: los causados por factores abióticos y los provocados por plagas y enfermedades.

La perspectiva de la citricultura uruguaya, desarrollada a impulso del sector externo, está estrictamente relacionada con la estrategia de comercialización que se defina y que le permita acceder en un corto plazo a un mercado más amplio.

Dada la dinámica productiva del sector, es imperativa la posibilidad de planificar las tareas a realizar en los montes para poder optimizar los tiempos de trabajo, por lo cual sería de suma utilidad poder contar con un método que permita estimar el momento de plena flor, para a partir de ahí planificar el resto de las actividades.

El objetivo del presente trabajo es por tanto, evaluar en las condiciones de Salto un modelo de desarrollo floral bajo dos condiciones de manejo a los efectos de planificar las operaciones en los montes frutales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CICLO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO.

En las condiciones climáticas de Uruguay, como sucede en otras zonas subtropicales, las especies pertenecientes al género *Citrus*, presentan de una a tres brotaciones en su ciclo anual. La más importante, y en la cual se desarrolla la producción, es la de primavera; además se presentan ondas de brotación en verano y/o otoño, que normalmente son de tipo vegetativo. Estas se caracterizan por presentar un bajo número de brotes los cuales son de hojas grandes y vigorosas. La excepción a lo presentado la constituye el limonero, que aunque presenta varias floraciones al año, la de primavera continúa siendo la más importante.

Según Spiegel-Roy y Goldschmidt (1996) la duración de estas brotaciones, desde la apertura de la yema hasta el final de la extensión del brote, oscila entre tres y cuatro semanas, siendo afectado por las condiciones climáticas y el manejo de la plantación. La elongación del brote finaliza con la abscisión del ápice meristemático, reanudándose el crecimiento en la siguiente onda de brotación, a partir de la yema axilar próxima al ápice.

El crecimiento vegetativo es afectado por la temperatura del aire y del suelo, siendo ésta última más importante en la iniciación de los brotes. Khairi y Hall (1976) encontraron que en condiciones controladas, con temperaturas del suelo de 25 ° C el número de yemas brotadas duplica a las obtenidas a 15° C, para cualquier temperatura del aire entre 25/15 y 35/15 diurna-nocturna.

Como norma general, en nuestro país el inicio de la brotación ocurre en el mes de agosto para la zona sur y dos semanas antes en la zona norte.

La intensidad de la brotación de primavera esta relacionada al genotipo siendo las variedades con baja dominancia apical las que presentan mayor número de yemas brotadas en cada onda de brotación.

Además, la brotación y floración se ven afectados por la edad y la posición de la yema, a menor edad de la yema, mayor intensidad de brotación y floración en primavera (Guardiola, 1981; Guardiola y Monerri., 1982).

Según Agustí (1986) la intensidad de la brotación está condicionada por la carga de frutos en la cosecha previa, siendo más afectados los brotes florales. A su vez, es también afectada por factores externos, principalmente la ocurrencia de bajas temperaturas invernales.

De acuerdo a Moss (1969), los brotes de los cítricos pueden clasificarse en cinco tipos: inflorescencias sin hojas y flores solitarias, brotes mixtos multiflorales, brotes mixtos uniflorales y brotes vegetativos.

Spiegel – Roy y Goldschmidt (1996) plantean que existe una correlación negativa entre la longitud de los brotes y la intensidad de floración, siendo los brotes vegetativos más largos, y los generativos los más cortos.

Agustí (1986), considera que la proporción relativa de los diferentes tipos de brotes durante la onda de brotación de primavera, esta en función de una regulación endógena, en la que participan los balances hormonales, las reservas de carbohidratos y los propios frutos presentes en la planta. Esta frecuencia relativa de los brotes define tanto la intensidad de la floración, como las relaciones fuente - fosa que se generan en la estación de crecimiento, las que condicionan la retención y el crecimiento de los frutos, así como la capacidad de reservas de cada árbol.

Para las condiciones imperantes en el país, la plena flor ocurre, en términos generales en el mes de septiembre en Salto, de cuatro a seis semanas después del inicio de brotación. También aquí es frecuente la existencia de dos a tres picos de floración separados entre sí por lapsos de dos a cuatro semanas (Gravina, 1999).

El número de flores producidas es elevado, pero sólo un porcentaje muy bajo de éstas llega a fruto, esta autorregulación esta dada por la competencia generada entre los diferentes órganos durante las primeras etapas de crecimiento. La abscisión de estructuras reproductivas, ocurre desde la aparición de los botones florales, hasta el mes de diciembre, donde queda definido el número final de frutos que alcanza la madurez. A su vez, la dinámica de abscisión de botones florales, flores y frutos pequeños, está relacionada con la especie y cultivar, con la intensidad de floración y con las condiciones ambientales y de manejo.

A pesar de que las brotaciones de verano y otoño son cuantitativamente menos importantes que la de primavera, generan nuevos puntos de crecimiento y fructificación para la siguiente estación. La ocurrencia e intensidad de estas brotaciones esta directamente relacionada con la intensidad de frutos presentes; a mayor cantidad de frutos en crecimiento, menor número de brotes desarrollados (Gravina, 1999).

2.2 DESARROLLO FLORAL EN ÁRBOLES FRUTALES.

Las yemas axilares en los árboles frutales, son inicialmente vegetativas. Algunas de ellas cambian y se diferencian a florales. Se ha determinado en algunos frutales que la inducción floral (momento durante el cual los factores bioquímicos inducen el cambio del estado vegetativo al reproductivo)

normalmente ocurre durante el período de dormancia invernal. (Krezdorn, 1986).

No sólo son confusos los factores que intervienen en la inducción, sino que también existen grandes diferencias entre especies.

Los árboles caducifolios, una vez pasado el invierno producen flores cuando las temperaturas comienzan a subir. La secuencia de eventos en la producción de flores en estos árboles es claramente uniforme y probablemente indicadora de un desarrollo de las flores controlado genéticamente, evolucionando en climas fríos (Lord y Eckard, 1985).

Generalmente la inducción ocurre en primavera, la diferenciación en verano, y el desarrollo parcial de las flores a lo largo del invierno, protegidas por las escamas de las yemas. Temprano en primavera, el desarrollo se completa y las flores abren (Monselise y Goren, 1979).

En vid son necesarios dos ciclos de desarrollo vegetativo para llegar al desarrollo final. Los primordios de inflorescencias son formados en primavera y principios de verano de un año y la floración tiene lugar efectivamente en la primavera siguiente. Las yemas crecen por un período aproximado de tres meses, luego del cual puede tener hasta diez primordios de hojas y es durante este período que los primordios de inflorescencias se pueden formar. Luego de desarrollarse por un período de tres meses, la actividad cesa y las yemas entran en dormancia orgánica profunda.

Este estado se mantiene por el resto de la estación de crecimiento y es seguida por temperaturas inductrices bajas de la dormancia de invierno. La diferenciación masiva final ocurre poco antes y después del desborre en la primavera. Las flores están totalmente diferenciadas tres a cuatro semanas después del desborre y la floración ocurre luego (Buttrose, 1974). Según Luckvill (1974), la inducción en manzanos se da a través de un cambio en el balance hormonal y para Sachs y Williams (1981), es causado por cambios en la distribución de nutrientes en el ápice meristemático, aunque no se conocen los compuestos ni las reacciones bioquímicas que ocurren (citados por Buban y Faust, 1979).

En las perennes, la floración se da más tarde en su desarrollo, luego de pasar un período juvenil más o menos prolongado, solamente en algunos ápices hay transformación de vegetativos a reproductivos, a diferencia de las anuales, donde todos los recursos se destinan a convertir los ápices en reproductivos. Comparando con éstas, la floración en perennes es más compleja y los modelos tienen que explicar no solo los mecanismos de inducción, sino también la perpetuación del crecimiento vegetativo (Lord y Eckard, 1985).

2.3 DESARROLLO FLORAL EN CÍTRICOS.

En los cítricos de áreas templadas, la floración generalmente se da en la primavera después del período de receso invernal, en forma similar a lo que ocurre en árboles frutales de hoja caduca. En estos árboles, la floración es aumentada por los fríos invernales, pero se piensa que los mecanismos de este efecto son diferentes a los árboles caducifolios (Gur, 1985). La diferenciación de los órganos florales no ocurre hasta el primer estado de diferenciación de las yemas.

Las yemas vegetativas y reproductivas no se pueden distinguir durante el período de receso invernal. La iniciación floral en citrus es considerada por seguir un efecto inductivo por bajas temperaturas en climas templados y/o subtropicales (Monselise y Goren 1979; Davenport, 1990; citados por García-Luis y Kanduser, 1992), pero en climas tropicales (Florida, Cuba, Méjico, Marruecos, etc) no es la temperatura lo que regula la inducción, sino las lluvias (Reuther et al, 1973).

Según Lord y Eckard (1985) las primeras modificaciones microscópicas en los meristemas de naranja W. Navel se encuentran cuando se produce el hinchado de las yemas durante el mes de enero en el hemisferio norte, y solamente se aprecian en forma macroscópica cuando se inicia la extensión del brote. Del mismo modo, estos autores comprobaron que el proceso de diferenciación puede revertirse mediante la aplicación de GA₃ hasta la etapa de formación de los primordios de sépalos.

En el inicio de la diferenciación el domo del meristema apical, pierde su forma cónica, achatándose durante la iniciación de los sépalos, lo que se consideraría la primera modificación morfológica apreciable.

Luego, la formación de las flores, se completaría durante la brotación, finalizando poco tiempo antes de la antesis.

Durante el período de formación de las flores, Agustí et al. (1995) detalló diferentes estados fenológicos. Las flores de los cítricos, son en general completas, presentando gametos funcionales salvo excepciones. Aunque, afectadas por condiciones nutricionales, hídricas y hormonales en que se desarrollan, se pueden encontrar flores estaminadas o de tamaño chico.

Según Guardiola, et al. (1984), el tamaño de los ovarios en la antesis estaría inversamente correlacionado con el número de flores formadas, encontrándose disminuciones significativas en el peso seco de ovarios de naranja Navelate a medida que se incrementa la densidad de floración; del mismo modo para una misma intensidad de floración, el peso de los ovarios ubicados en las inflorescencias con hojas, es siempre mayor que el de las que se ubican en inflorescencias sin hojas.

Como ya es de conocimiento, las flores de los cítricos pueden ser solitarias, agruparse en inflorescencias sin hojas o formar parte de brotes mixtos. Lord y Eckard (1985) describieron el desarrollo de la inflorescencia de los cítricos. En general la yema esta compuesta por siete meristemas ubicados en las axilas de primordios foliares. De éstos, el apical es el primero en desarrollarse, inhibiendo fuertemente el desarrollo del segundo y el tercero, que serían los últimos en expresarse.

2.4 DIFERENCIACIÓN DE YEMAS.

En los cítricos, como en otras plantas policárpicas el crecimiento vegetativo y reproductivo se mantiene en forma balanceada. Solo un porcentaje de los meristemas se transforman a flores año a año, el resto continúa produciendo crecimiento vegetativo que permita asegurar el futuro de la planta (Goldschmidt y Monselise, 1972). A pesar del esfuerzo en la investigación la biología floral en los árboles perennes no es del todo comprendida debido principalmente a dificultades técnicas, complejidad del tema, y por no concordar con los modelos corrientes de regulación floral (Krajewski y Rabe, 1995).

La floración es un determinante importante de la producción, pudiendo también influenciar aspectos de calidad de fruta como tamaño, calidad interna (Guardiola, 1981), textura y color de fruta a través de la posición de la misma en el árbol (Ehara, et al. , 1981; citado por Krajewski y Rabe, 1995). De todos modos, la extrapolación y generalización de estudios de herbáceas anuales para árboles perennes es justificada, y ha sido seriamente engañoso en *Citrus*. Esta situación se hace más difícil aún, por el uso de terminologías imprecisas, y por una tendencia a considerar la floración en forma independiente de la cosecha previa y de los crecimientos vegetativos (Krajewski y Rabe, 1995).

En términos de mecanismo de control, la floración en plantas policárpicas no dependería mucho de mecanismos de control positivos, induciendo estímulos desde las hojas (que podrían estar presentes en cantidades suficientes), pero sí, en un control negativo por un inhibidor que contienen los meristemas en condiciones vegetativas. Sólo las yemas que escapan a estas influencias inhibitorias serán flores (Lang, 1965)

El estudio de la floración en Cítricos presenta el inconveniente de que las yemas vegetativas y reproductivas antes de crecer no pueden ser distinguidas morfológicamente ni por su posición dentro del árbol (Abbott, 1935).

Para que las yemas lleguen a la floración, ocurren una serie de eventos, como la inducción, la iniciación y la evocación. No todas las yemas serán flores, algunas continuarán el hábito de crecimiento indeterminado de los árboles (Lord y Eckard, 1985). La respuesta a esto no es fortuita pero involucra el pasado fisiológico y el desarrollo de una rama en particular (Reuther et al., 1973 y

Reuther, 1967). Para Lord y Eckard (1985), en las yemas se producen tres brácteas y seis o siete hojas, que cuando llega la dormancia son vegetativas. La inducción para estos autores se da en algunos ápices, cuando las yemas comienzan a hincharse, en invierno (mes de febrero en el hemisferio norte). En estos momentos se producen sépalos en el ápice y primordios florales laterales en las axilas de las yemas de las hojas, que pueden o no estar extendidas, y más nudos aparecen. Si el ápice produce sépalos, los laterales producen posteriormente sépalos y florecen. Si el ápice produce hojas, los laterales producen espinas, retardando siempre su expresión respecto al ápice (Lord y Eckard, 1987).

Las yemas en descanso, rompen a la salida del invierno para producir ramas vegetativas o inflorescencias. Desde que no hay indicadores de cual va a ser el destino que las yemas van a tener, ha sido asumido que no están determinadas como yemas florales o vegetativas hasta un poco antes o después que rompen las yemas, cuando controles endógenos locales, actúan para determinar sus destinos (Lord y Eckard, 1987).

La diferenciación de yemas florales, tiene lugar al iniciarse el crecimiento en la primavera o luego de retomado el mismo en otra estación del año inmediatamente después de un período de condiciones ambientales favorables de una duración suficiente para que exista acumulación de reservas (Randhawa y Dinsa, 1947)

La diferenciación de las yemas laterales, ocurre sólo después de que se diferenció la yema terminal del brote (Abbott, 1935 y Lord y Eckard, 1987). Las flores basales en la inflorescencia parecen tener menos influencia de la dominancia apical, por lo que tienen un desarrollo intermedio en el tiempo respecto a la apical y a las subapicales (Lovatt y Streeter, 1984). Estos autores en 1987, desarrollaron un ensayo para determinar cuando los brotes apicales pasan irreversiblemente a florales, intentando alterar su desarrollo, aplicando ácido giberélico. Se confirmó, que el pasaje de vegetativo a floral depende de la posición de la flor. Si el meristema apical es determinado a floral, la inflorescencia que es cimosa determina el comportamiento de los primordios laterales.

El desenvolvimiento cronológico de yemas florales y vegetativas es similar, excepto, por el crecimiento más temprano de las florales (Lord y Eckard, 1987). Para estos autores, que el meristema apical sea floral depende de una señal general, y los laterales de una señal local originada en el ápice. Cada rama tiene capacidad de florecer bajo condiciones inductivas, pero no es claro si el presunto estímulo se forma en las hojas apicales o en el ápice de la rama (Davenport, 1986). Según este mismo autor, se desconoce si el estímulo es nuevamente sintetizado o es simplemente liberado ante condiciones inductivas.

2.5 FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN EN ÁRBOLES FRUTALES.

Para la producción de frutos, la floración es un requisito previo imprescindible. El conocimiento de los factores que la afectan, es de importancia para determinar prácticas de manejo, de forma de optimizar la producción. A su vez, para que exista floración, los árboles frutales deben superar su estado juvenil, siendo éste un período fisiológico durante el cual una planta procedente de semilla no puede ser inducida a florecer. En tanto, que la fase de “no floración” en árboles injertados es llamada “vegetativa adulta” o “período improductivo” (Westwood, 1982).

Tanto el período de “no floración”, como el hábito de floración, varían entre especies. Así en manzanos, encontramos dos tipos de yemas: vegetativas y mixtas. La inflorescencia es determinada y las variedades cultivadas contienen de cinco a seis flores. Las yemas de flor, son normalmente terminales sobre brotes u órganos “spurs” (lamburdas y bolsas) aunque algunas se pueden formar en los brotes del año. La iniciación floral tiene lugar a comienzos del verano anterior al año de producción de la cosecha.

Tanto las yemas de los perales como las inflorescencias son similares a las existentes en manzanos, aunque básicamente difieren en dos aspectos: la inflorescencia contiene siete u ocho flores y son indeterminadas. La iniciación floral ocurre a los sesenta días después de plena floración.

Para el caso de la vid, las flores son producidas en racimos a partir de una yema compuesta o botón, que sería más compleja que las yemas mixtas de las pomáceas. La iniciación floral, comienza a mediados de verano para las flores que se abrirán en la primavera siguiente.

Los durazneros producen una flor solitaria por yema, encontrándose éstas de a dos o tres en los nudos. El período de inducción floral abarcaría fines de primavera principios de verano.

2.6 FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN EN LOS CÍTRICOS.

Dentro de este punto se hará énfasis en las clasificaciones americana y BBCH, más conocida como escala española en la caracterización de las distintas fases de desarrollo de la floración.

2.6.1) Clasificación Americana.

Esta escala fue desarrollada en función de los diferentes estados fenológicos de la floración, dividiendo éstos en estadios característicos y asignándole a cada estadio una letra comenzando en “A” y finalizando en “H”.

Las yemas florales incluyen los estadios "A" y "B", los botones florales los "C" y "D"; el estadio de flor incluye los "E" y "F", y por último el estado de fruto incluye al "G" y "H".

- Estadio A: yemas pequeñas, verdes.
- Estadio B: yemas pequeñas, blancas.
- Estadio C: comienzo de elongación.
- Estadio D: flores alargadas
- Estadio E: flor abierta hasta polinización.
- Estadio F: pétalos caídos con presencia del estilo.
- Estadio G: 100% pétalo caído y estilo desprendido.
- Estadio H: fruto cuajado en comienzo de desarrollo.

2.6.2) Clasificación Universal BBCH

Esta clasificación, conocida como escala BBCH consta de diez estadios, comenzando con el estadio cero, el cual coincide con la brotación o germinación y termina con el estadio nueve, el cual consiste en la muerte o inicio de latencia. Esta escala asigna al desarrollo vegetativo dos macroestadios, estadio uno, que corresponde al desarrollo de hojas y estadio tres, que implica el desarrollo de brotes. El último macroestadio coincidiría con el desarrollo de las flores (estadio cinco). El estadio seis, corresponde a la floración, mientras que los estadios siete y ocho corresponden al desarrollo del fruto. (Agusti et al., 1995 y Agusti y Zaragoza, 1997).

2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO FLORAL.

Son diversos los factores que se encuentran afectando el desarrollo de las flores de los cítricos. Los factores que en mayor medida afectan el desarrollo floral son: la edad de la madera, la posición en el árbol, temperatura, agua, hidratos de carbono, nitrógeno y otros elementos nutritivos, reguladores de crecimiento y frío invernal. Estos se agruparán en cuatro ítems para facilitar su descripción.

2.7.1) Factores Ambientales

El clima juega un rol importante en el desarrollo y supervivencia de todos los organismos. A su vez, dentro de los factores ambientales la temperatura, y el estrés hídrico son los que afectan en mayor medida.

Las plantas responden a las diferentes situaciones ambientales, que les proveen las condiciones para la inducción floral. Los inviernos fríos han sido siempre considerados como el principal factor que afecta la inducción floral en las altas latitudes, pero las bajas temperaturas no son esenciales. Como diversas investigaciones han demostrado la iniciación floral puede ocurrir a

temperaturas constantes de entre 15 y 20° C, como sucedería en latitudes medias (Poerwanto et al., 1989 y 1990).

El mayor flujo de crecimiento vegetativo coincidiría con la floración y brotación de primavera, aunque distintos flujos esporádicos se pueden dar durante los meses más calientes bajo condiciones de clima subtropical (Oslund y Davenport 1987).

El estrés hídrico parece ser la señal inductiva más importante bajo condiciones tropicales y subtropicales, posiblemente porque simula el hábitat natural de los cítricos en el sudeste asiático, esto fue estudiado por Cassin et al. (1968).

Es claro entonces, que hay dos estímulos ambientales que juegan el principal rol en el control natural de la floración. El estrés hídrico principalmente bajo condiciones tropicales y las bajas temperaturas en las zonas de crecimiento subtropical. Ambas parecen ser señales individuales para la inducción floral.

De todos modos, Spiegel-Roy y Goldschmidt (1996) cuestionan que estas señales ambientales puedan actuar efectivamente como mecanismos inductivos. Argumentando que una parada en el crecimiento vegetativo, la cual comúnmente es causada tanto por las bajas temperaturas como por el estrés hídrico, es todo lo que se necesita para disparar la floración y la diferenciación de las yemas en los cítricos.

El fotoperíodo, es otro de los factores a considerar, los cítricos son probablemente plantas de día neutro (Furr, et al., 1947, Furr y Armstrong , 1956; Moss, 1969), ocurriendo la floración a fotoperíodos entre 8 y 15 horas. Esto es así para duraciones naturales de día en latitudes por encima de 36° norte o sur del ecuador durante todo el año (Monselise, 1985).

2.7.2) Factores Endógenos.

Los niveles de carbohidratos juegan un papel importante en el control de la floración (Goldschmidt, et al., 1985). Esta evidencia esta soportada por el hecho de que una fuerte fructificación, y por lo tanto un descenso en las reservas de los árboles interferiría con la floración y la diferenciación de yemas para la siguiente estación (Goldschmidt y Golomb, 1982). En contraposición, los niveles de carbohidratos no se correlacionan bien con las bajas temperaturas que promueven la floración (Goldschmidt, et al., 1985).

Recientemente se ha sugerido, que existe un nexo entre el metabolismo del nitrógeno y la floración. La inducción de la floración por bajas temperaturas o estrés hídrico esta correlacionada con un incremento en el contenido de amonio foliar. Presumiblemente esta acumulación de amonio durante el estrés lleva a un incremento en la biosíntesis de poliaminas y arginina, las cuales intervendrían en la actividad meristemática involucrada en la diferenciación de las yemas florales (Lovatt et al., 1988).

Dentro del gran número de compuestos involucrados, las giberelinas son las únicas probadas que tuvieron un efecto reproducible. Asumiendo que las

giberelinas endógenas tienen el mismo accionar que las exógenas, inhibiendo la floración, es dable esperar que la aplicación de inhibidores de la biosíntesis de las giberelinas (retardantes del crecimiento) aumentarán la floración de los cítricos (Greenberg y Goldschmidt, 1989).

La diferenciación de las yemas florales en los cítricos esta íntimamente relacionada al desarrollo de los tipos de brotes, distinguiéndose tres tipos principales de brotes: brotes vegetativos, inflorescencias con hojas y puramente generativas e inflorescencias sin hojas. La elongación de los brotes y la floración está inversamente correlacionado, los brotes vegetativos son más largos, las inflorescencias con hojas son intermedias en su longitud, mientras que los brotes puramente generativos y las inflorescencias sin hojas son los más cortos (Goldschmidt y Monselise, 1972).

Estas observaciones están basadas en la noción de que las giberelinas endógenas juegan un papel fundamental en la floración de los cítricos; debiéndose asumir que actúan como un inhibidor cuantitativo de la floración manteniendo el delicado balance entre los brotes vegetativos y generativos e inflorescencias (Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996).

Las auxinas pueden tener un efecto sobre la floración a través de su rol en la dominancia apical, mejorando la floración en limón mediante el arqueado de ramas (Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996).

2.7.3) Factores Genéticos

Los factores genéticos están usualmente asociados a los ambientales y nutricionales. Las diferencias se pueden encontrar a nivel varietal sobre todo en el tipo de brote que es capaz de producir cada variedad y en el hábito de crecimiento que estos tengan. El tipo de brote, como se mencionó anteriormente va afectar la posibilidad de cuajado que tengan las flores ubicadas en ellos (Davenport, 1990).

2.7.4) Factores Generales.

Dentro de éstos factores se hará referencia a posición de la flor en el árbol, presencia de fruta en la rama, el tiempo de permanencia en la misma, especie usada como portainjerto, edad de la madera, cosecha anterior, prácticas de manejo, los cuales son todos decisivos en la determinación del nivel de floración.

La carga de fruta que está presente en la planta, tiene un rol importante en la inducción, ya que va a regular los balances hormonales y la acumulación de reservas, verificándose una correlación negativa entre la producción y la siguiente floración (Moss, 1973 y 1976, Moss, et al. 1977; Moselise y Goldschmidt, 1982; Becerra y Guardiola, 1984; García Luis, et al., 1986 y 1995). Los casos extremos, son los cultivares alternantes, que generalmente tienen

frutos con semillas, en los cuales la alta capacidad de cuajado de frutos y rendimiento, inhiben en forma casi total la floración del ciclo siguiente; ejemplos de esto son la mandarina común y "Murcott" entre otros (Monselise, et al., 1981; Monselise y Goldschmidt, 1982). En cultivares que no presentan un comportamiento típicamente alternante, también se confirma esta relación inversa entre cosecha previa y floración (Agustí et al., 1986; Gravina et al., 1997).

La presencia de fruta en una rama reduce en número de flores que se originarán en los brotes de esas ramas y a su vez, dicho efecto está en función de la época de cosecha de la fruta (Arias et al., 1997). La síntesis de giberelinas por los frutos, ya sea directa o indirectamente, inhibe la inducción de los meristemas, esta hipótesis esta fundamentada en la correlación que existe entre una alta producción y altos niveles endógenos de dicha hormona en hojas y yemas (Goldschmidt y Monselise, 1972; Erner, 1988 y 1989).

También se ha comprobado que cuanto más vieja es la madera menor es la posibilidad de originar flores. Otros trabajos que comparan comportamientos en diferentes patrones observan que aquellos más vigorosos determinan menores intensidades de floración (Agustí, 1986; Gravina et al., 1997) Dentro de las prácticas de manejo las que ejercen un efecto más importante sobre la floración son la fertilización, el riego y la poda.

2.8 MODELOS DE FLORACIÓN EN CULTIVOS.

Las prácticas agrícolas avanzadas, requieren de un claro entendimiento de los procesos fenológicos del cultivo. El período de floración es una etapa sensible en el ciclo anual de crecimiento y desarrollo, y el hecho de poder acotarlo en el tiempo reviste considerable importancia en la determinación de la fertilización, el cuajado, el tiempo de maduración, así como el rendimiento de los cítricos.

La productividad de los cítricos está indudablemente afectada por el número de flores, su cuajado y la persistencia de los frutos hasta la mitad del verano (Har-Even y Monselise 1959). Monselise y Goren (1979), notaron una correlación positiva y clara entre el número de flores en el pico de floración y el número de frutos. Lomas et al. (1970) usaron además, las fechas de floración para prever la fecha de maduración de los cítricos.

Los modelos dependientes de la temperatura, pueden jugar un papel mayor en un programa de manejo y pueden reducir la necesidad de examinar parcelas de campo para determinar los estados de desarrollo de la población (Bellows y Morse, 1986) El uso de modelos cuantitativos, para el crecimiento de las plantas y el desarrollo fenológico en los programas de investigación está

aumentando en todo lo relacionado a los manejos de los cultivos (e.j. Duncan, 1971; Hesketh et al., 1971; Fick y Loomis, 1975; Capinera et al., 1983). Muchos de éstos, se han desarrollado en programas de investigación de cultivos con el propósito de proveer una herramienta predictiva para cuantificar el crecimiento de las plantas y la asignación de recursos (e.j. De Wit et al., 1970; Hesketh et al., 1972). Otros han sido modificados para permitir su unión con modelos similares para insectos plagas, centrando las investigaciones en el impacto de los herbívoros en la productividad de las plantas (e.j. Gutierrez et al., 1975; Wang et al., 1977; Capinera et al., 1983). En general, estos modelos han proporcionado resultados que coinciden con lo observado y han sido de valiosa ayuda en la investigación involucrada.

Este acercamiento ha demostrado ser particularmente exitoso en sistemas de cultivos herbáceos (e.j. algodón, Wang et al., 1977; Shoemaker, 1979) donde pueden dirigirse experimentos que conducirán a valores para los parámetros del modelo. Sin embargo, la aplicación de este acercamiento a los cambios fenológicos en los sistemas de cultivos arbóreos, está algo limitado por detalles naturales como los modelos y la dificultad en determinar los valores de los parámetros experimentales involucrados en muchos procesos.

El poder tener una fecha aproximada del momento en que van a ocurrir determinados fenómenos fisiológicos, puede ayudar a organizar las tareas, sobre todo lo que tiene que ver con el manejo de plagas (Bellows et al., 1985). Esta predicción se ha tratado de hacer por varios métodos, ya sea mediante el uso de modelos matemáticos o usando métodos como el de acumulación de unidades calóricas (Carlson y Hancock, 1991)

2.9 CUAJADO DEL FRUTO.

El cuajado de frutos se puede definir desde dos puntos de vista, en sentido estricto como el reinicio del crecimiento del ovario con posterioridad a la antesis; en un sentido amplio, el cuajado comprende el período de crecimiento durante el cual el fruto puede sufrir abscisión. Este proceso, es en general consecuencia de la polinización y fecundación de los óvulos; sin embargo, muchos cultivares de cítricos son partenocárpicos, lo que permite el desarrollo de frutos sin semillas.

Normalmente los cítricos, son plantas que producen flores en número muy superior al de los frutos que la planta es capaz de mantener hasta la maduración, según Erickson y Brannaman, 1960, se mantendrían un 0,2% de los frutos en W. Navel y un 1% en Valencia. Debido a esto, después de la antesis y sobre todo luego de la caída de pétalos, ocurre un desprendimiento masivo de ovarios. El cuajado es entonces el proceso fisiológico y anatómico del aumento del tamaño del ovario debido a la polinización o a un estímulo bioquímico o genético, el cual es un factor limitante de la productividad y parece regularse por efectos competitivos entre los órganos vegetativos y florales, o

entre estos últimos entre sí. Las probabilidades de cuajado están por lo tanto influenciadas por varios factores.

La caída de frutos se da en determinadas épocas separadas por intervalos de tiempo en las que es más intensa o no se produce. Estos períodos, se corresponden con estados característicos del desarrollo: el primero se corresponde a la abscisión de ovarios, flores sin fecundar y anormales, que generalmente se da luego de la caída de pétalos. El segundo, sería de frutitos con pistilo y pedúnculo, mientras que el último, generalmente ocurre durante diciembre en el cual se desprenden frutos pequeños en desarrollo. Estas dos fases de caída a menudo se solapan, aunque pueden llegar a producirse máximos en algunos momentos. La última fase se corresponde con la caída de frutos maduros.

Los principales grupos hormonales involucrados en el proceso de abscisión, parecen ser las auxinas y el etileno. Este último, promueve la caída de hojas y frutos, mediante el incremento de la actividad de celulasas y poligalacturonasas y síntesis *de novo* de celulasas.

A su vez, las auxinas naturales afectan de dos formas el proceso de abscisión. En una etapa, lo retrasan, cuando el etileno no es capaz de promoverlo, actuando de forma antagónica; en una segunda etapa, la promueven, mediante el estímulo de la síntesis de etileno (Goren, 1993).

De acuerdo a Agustí et al. (1982) la distribución e intensidad de la caída de estructuras reproductivas, esta directamente relacionada con características genéticas de la variedad, con la densidad de floración y con factores externos, principalmente temperatura, nutrición y disponibilidad de agua, los cuales pueden considerarse más importantes que las prácticas de manejo.

El desarrollo de los órganos fructíferos, medido en tamaño (diámetro, longitud o volumen) o en peso sigue generalmente una curva de evolución en el tiempo de tipo sigmoide en la que se observan tres fases.

Período de crecimiento exponencial o Fase I del crecimiento, dicha fase va desde la anthesis hasta el final de la caída fisiológica de los frutos; se caracteriza por un rápido crecimiento del fruto provocado por la división celular, con el consiguiente incremento del número de células de todos los tejidos en desarrollo, a excepción del eje central.

Debido al crecimiento de la corteza, el fruto aumenta su tamaño. Por un lado, por la división celular el exocarpo incrementa su volumen, mientras que por otro existe un aumento del volumen del mesocarpo debido al engrosamiento de sus paredes celulares y al aumento del tejido vascular.

Además, en este período ocurre un aumento en el volumen del endocarpo, dado por la división celular en los septos y en las paredes tangenciales de los lóculos.

A su vez, se forman los primordios de las vesículas de jugo en las células situadas en la cara más internas de las paredes tangenciales de los lóculos.

El período de crecimiento lineal o Fase II, ocurre desde el final de la caída fisiológica del fruto hasta poco antes de su cambio de color. Por tanto, su duración es dilatada en el tiempo (dos meses en variedades precoces y cinco a seis para variedades más tardías).

Esta fase se caracteriza por presentar una notoria expansión de los tejidos, acompañada por un agrandamiento celular y formación del albedo. En casi todos los tejidos (excepto los del exocarpo) no ocurre división celular.

En este período el aumento de tamaño ocurre por el desarrollo de los lóculos, donde las vesículas de jugo alcanzan su máxima longitud y el contenido en jugo de sus células se incrementa.

Según Bain (1958) para el naranjo Valencia, la corteza alcanza su máximo espesor durante las primeras cuatro semanas de este período, llegando a ser más delgada al final de las siguientes catorce semanas, debido al crecimiento de la pulpa, y cambiando poco en espesor durante el resto del período.

El período de maduración o Fase III, se caracteriza por una reducida tasa de crecimiento mientras el fruto está en el árbol y en él ocurren todos los cambios asociados a la maduración.

Ocurre un aumento del tamaño del fruto, éste es debido al aumento de los segmentos de pulpa, al aumento en ancho del eje central y al crecimiento de la corteza. La pigmentación de la corteza, la cual coincide con la maduración interna es consecuencia de la degradación enzimática de las clorofilas del flavedo y de las síntesis de carotenoides. Durante esta fase también ocurre un aumento en los sólidos solubles, sobre todo azúcares y compuestos nitrogenados, mientras que los ácidos libres disminuyen progresivamente fundamentalmente por un proceso de dilución.

La causa del desarrollo del fruto (según Agustí y Almela, 1991) sería la acumulación de metabolitos por parte de éste, la cual puede verse limitada por la incapacidad del fruto para acumularlos o por su falta de disponibilidad en la planta.

No todos los cultivares de cítricos se comportan de modo idéntico en lo que respecta al cuajado. Las variedades con semillas cuajan con facilidad o incluso en exceso, teniendo lugar problemas de productividad en los años en los que la floración es escasa a consecuencia de una cosecha precedente elevada (vecería).

Sin embargo, algunas variedades sin semillas cuajan con dificultad y requieren de un cultivo adecuado y de técnicas específicas capaces de estimularlo. En la mayoría de los casos, la floración es suficiente para alcanzar una cosecha adecuada pero la caída de flores previa a su antesis o tras ella (june drop) es tan elevada que el número de frutos que finalmente se cosecha no supera el 10% de las flores formadas e incluso alcanza valores tan bajos como el 0,1 % (Goldschmidt y Monselise, 1977; Agustí et al., 1982).

En estos casos no es el número de flores lo que limita la cosecha sino su capacidad de cuajado y su persistencia en la planta, lo que depende de la velocidad de crecimiento del fruto (García – Martínez y García – Papi, 1979); es decir que existe una relación inversa entre el tamaño del ovario en desarrollo y la probabilidad de abscisión (Zucconi et al., 1978). Todos aquellos factores que estimulan el crecimiento inicial del ovario, contribuyen por tanto, a mejorar el cuajado.

2.9.1) Influencia de la floración.

Los distintos cultivares de cítricos, pueden clasificarse según su hábito productivo en alternantes y no alternantes. Caracterizándose los primeros, por presentar abundantes floraciones, alto cuajado de frutos y rendimientos, lo que inhibiría fuertemente la floración del ciclo siguiente, lo que generaría años consecutivos de alta y baja carga.

Dentro de los cultivares no alternantes, hay dos tipos: productivos e improductivos; los primeros se caracterizan por floraciones de mediana intensidad, relativamente bajos porcentajes de cuajado y rendimientos medios. En tanto, los improductivos, presentan en general altas floraciones, muy bajos porcentajes de cuajado y rendimiento, por lo que tienden en el siguiente ciclo a reiterar las altas floraciones (Guardiola, 1992; Duarte y Guardiola, 1997).

En condiciones de alta floración se establece una competencia en etapas tempranas entre las estructuras, encontrándose una mayor caída de botones florales y flores (Agustí et al., 1982). Estudios realizados en Uruguay y España sobre distintas variedades verificarían esta tendencia (Arias et al., 1996, 1997; Gravina et al., 1998).

Los frutos desarrollados en brotes con hojas, presentan en general mayor capacidad de retención, que los solitarios o los que están ubicados en inflorescencias sin hojas (Jahn, 1973; Primo-Millo, 1985). La cercanía de las fuentes de asimilados que son requeridas para el consumo en la división celular, se considera de suma importancia para explicar estas diferencias. Por otro lado, la brotación más tardía de las inflorescencias mixtas en la primavera, incide en un mayor porcentaje de cuajado de las flores ubicadas sobre ellos, ya que no tienen una competencia inicial fuerte y se desarrollan a temperaturas más altas (Lovatt et al., 1984).

Aunque no hay evidencias concluyentes, los balances hormonales pueden estar involucrados en esta mayor retención de frutos (Sagee y Erner, 1991).

2.9.2) Disponibilidad de Nutrientes.

La competencia por los nutrientes que están disponibles en la planta, se presume que podría ser uno de los factores determinantes del porcentaje de frutos que va a cuajar en un árbol. De forma general, se ha asumido que las plantas únicamente retienen aquellos frutos que son capaces de retener, desprendiéndose de aquellos que están en peores condiciones para competir por los nutrientes disponibles.

2.9.2.1) Competencia por fotoasimilados y nutrientes.

Los nutrientes ejercen una función reguladora y de sostén de los procesos de crecimiento de los frutos inducidos, en principio por las hormonas. La competencia por los nutrientes puede establecerse a dos niveles: competencia por fotoasimilados y competencia por elementos minerales (Talón, 1997). Si bien no hay estudios sobre este tema, se ha visto que al menos en determinadas circunstancias la capacidad de asimilación del bióxido de carbono puede limitar la fructificación.

En variedades en las que la cosecha esta inversamente relacionada con el número de flores, un aumento en la floración se traduciría en un menor peso de las flores al momento de la anthesis, aunque el número de frutitos que inician su desarrollo puede aumentar, lo que se interpreta en términos de competencia de modo que cuanto mayor es la densidad de floración, mayor es la demanda por metabolitos y menor el peso que alcanzan las flores; pero si la densidad de floración excede la posibilidad de la planta de nutrir a los frutitos en desarrollo, aparece un mecanismo de autocontrol en la planta, que ajusta el número de frutos a su capacidad de nutrirlos, quedando solo aquellos que están mejor situados (Guardiola et al., 1984).

La supresión de la fotosíntesis implica la ausencia de síntesis de azúcares. Por el contrario, la técnica del rayado de ramas mejora el cuajado porque parece acumular una mayor proporción en las partes aéreas. La influencia sobre el desarrollo del fruto que tendrían los carbohidratos y las sustancias reguladoras del crecimiento (giberelinas), sugiere que el crecimiento del fruto en condiciones normales está inicialmente regulado por componentes hormonales y posteriormente sostenidos principalmente por el aporte de carbohidratos (Gillaspy et al., 1993)

La competencia por elementos minerales se observa durante los períodos de post-floración y en mayor medida durante la caída de junio (para el hemisferio norte).

Esta competencia durante el desarrollo del ovario, es uno de los factores limitantes de la productividad en algunas variedades. Así, al comparar árboles de naranjo dulce Washington Navel con marcada diferencia en su densidad de floración, la pérdida de materia seca y elementos minerales es mayor, hasta la antesis, en los que florecen más intensamente; superando a la pérdida de frutitos en desarrollo, que sería mayor en árboles con menor densidad de floración (Guardiola et al., 1984).

El nitrógeno, fósforo y potasio, inciden en forma diferente sobre los dos principales componentes de la cosecha, número de frutos cuajados y sus respectivos tamaños. Al iniciarse el período posterior al de floración, puede producirse una fuerte competencia por los nutrientes antes mencionados, en particular por el nitrógeno siendo su déficit quien provoca la caída de frutos que se produce luego de la caída de pétalos. El elemento, es quien produce aumentos de la fructificación incluso por encima de los niveles óptimos indicados por el análisis foliar. Este efecto puede provocar una disminución en el crecimiento de los frutos, cuando el número de éstos es excesivo (Primo-Millo, 1985).

Un ejemplo de la competencia por elementos minerales lo constituye el estudio de la nutrición potásica en la variedad de naranjo Navelate. Al comparar parcelas de diferente nivel de productividad se encuentra un contenido en potasio superior en los frutos que se están desarrollando en las parcelas más productivas (Guardiola, et al., 1977), asociado siempre a niveles de floración más bajos (Guardiola, et al., 1977). Se encontró, que contenidos próximos al 1% en peso seco de potasio, en las hojas adultas son frecuentes en parcelas de alta productividad, sin embargo, en parcelas con alta densidad de floración contenidos de este orden están asociados a bajos niveles de potasio en los frutos en desarrollo; por lo tanto, se limita el crecimiento del fruto por la incapacidad que tiene la planta para suministrarles metabolitos y no por su capacidad de actuar como fosa (Guardiola et al., 1984).

El fósforo, por su parte solo aumenta la fructificación en el caso de que la planta se encuentre deficitaria en él, mostrando un efecto ligeramente depresivo sobre el tamaño del fruto (Primo-Millo, 1985).

2.9.3) Influencia del agua en el cuajado y desarrollo del fruto.

El incremento del rendimiento debido al riego ha sido demostrado tanto para zonas áridas (Wiegand y Swanson, 1982) como para zonas húmedas (Koo y Reeses, 1977). Es por tanto importante mantener un alto nivel de humedad en el suelo durante la floración y los primeros estadios de desarrollo del fruto (Hilgeman y Sharp, 1970). Durante el período de cuajado y crecimiento del fruto, el déficit hídrico es quien provoca una caída importante de éstos. Algunas variedades del grupo Navel y de las Clementinas, son muy sensibles a este

efecto, mientras que aquellas cuyos frutos tienen semillas lo son en menor grado (Primo-Millo, 1985).

2.9.4) Niveles hormonales en el fruto.

Según Agustí (1987) existe un control hormonal endógeno en el cuajado y desarrollo de los frutos, el cual ha sido demostrado para diferentes especies del género *Citrus*. Esto ha dado origen a multitud de experimentos que involucran la aplicación exógena de fitoreguladores. Sin embargo, los resultados no siempre han sido satisfactorios y mientras el tratamiento localizado de flores o partes del árbol provoca un aumento del cuajado, la aplicación al árbol entero puede tener un efecto estimulador del cuajado inicial pero sin repercusión sobre la cosecha final (Moss et al. 1972). Esta respuesta errática, no obstante, depende en gran medida de la especie y variedad y así mientras la aplicación de fitoreguladores al árbol completo aumenta el cuajado final en la mandarina Clementina (Del Rivero et al., 1968), en el naranjo dulce Navelate (Agustí et al., 1982), o en los híbridos (Krezdorn y Jernberg, 1977), no provoca respuesta alguna en el naranjo dulce Valencia (Krezdorn y Cohen, 1962) e incluso, en ocasiones, reduce la cosecha en Washington Navel (Hield et al., 1965).

2.9.4.1) Auxinas.

En las primeras etapas de la abscisión, el etileno, acelera el proceso de los fenómenos fisiológicos y bioquímicos determinantes de la misma, mientras que las auxinas, pueden retardar la abscisión indefinidamente. Sin embargo, una vez iniciado el proceso, las auxinas aceleran el paso a la fase física de separación, debido al efecto estimulador que presentan sobre la síntesis de etileno (Talón, 1997).

Se ha comprobado que los niveles endógenos de esta hormona, son suficientes para el desarrollo del cuajado, debido a que aplicaciones exógenas de la misma no mejoraron este proceso. Sin embargo, se ha notado un efecto importante sobre el desarrollo de los frutos a través de la aplicación de auxinas sintéticas tales como 2-4 DP o el 3,5,6 TPA cuando éstas fueron aplicadas luego del *june drop*, coincidiendo con la caída de los niveles endógenos (Primo - Millo, 1985).

2.9.4.2) Giberelinas.

La distribución de GAs en los órganos reproductivos de los cítricos, presenta una pauta evolutiva en tres fases. En las dos fases iniciales los niveles de GA1 se correlacionan, primero con el desarrollo de las yemas florales y posteriormente con el período inicial de cuajado y crecimiento del fruto. La tercera fase acumulativa de GAs tiene lugar aproximadamente treinta-cuarenta

días después de la antesis de la flor y está caracterizada por la presencia de elevados niveles de precursores de GA1 y de productos metabólicos de los mismos (Primo-Millo, 1985).

La observación de que las aplicaciones exógenas de giberelinas mejoran considerablemente el cuajado y desarrollo de los frutos en variedades autoincompatibles de cítricos, como las clementinas, constituye la explicación más sólida del papel de éstos reguladores en la inducción del desarrollo de los frutos partenocárpicos en los cítricos. En éstos, las giberelinas incrementan su concentración en los ovarios en desarrollo durante el período de antesis formando parte del estímulo hormonal que activa la división celular y favorece el cuajado del fruto. Las variedades que presentan el mismo potencial de cuajado también presentan la misma concentración de giberelinas, mientras que las variedades que poseen un potencial de cuajado deficiente contienen bajos niveles de esta hormona (Talón, 1997).

2.9.4.3) Citoquininas.

Las citoquininas, al igual que las giberelinas, también parecen incrementar su concentración en los ovarios en desarrollo durante el período de antesis como si formaran parte del estímulo hormonal que reactiva la división celular y estimula el crecimiento del fruto, posibilitando su cuajado. Esta hormona, también incrementa el transporte de nutrientes hacia el fruto mejorando su desarrollo, porque favorecería la capacidad fosa de los mismos (Talón, 1997). Las máximas concentraciones de citoquininas han sido encontradas durante la caída de pétalos en naranja "Blanca Común" y en la antesis en "Salustiana." La aplicación exógena de citoquininas a frutos individuales en desarrollo, ha incrementado su tamaño, pero no se han obtenido efectos cuando son aplicadas en árboles enteros (Gravina et al., 1999).

2.9.4.4) Inhibidores del desarrollo.

Si bien los tres grupos de hormonas citados anteriormente se comportan como estimuladores del crecimiento de frutos cítricos, el ABA parece ser más bien un inhibidor del desarrollo y un activador de la abscisión. Este ácido se incrementa en los ovarios en el estado de caída de pétalos y también durante la transición de la fase uno a la dos. El aumento del ABA poco antes de la caída de los ovarios y frutos en desarrollo sugiere que el rol de esta sustancia está en regular la abscisión de frutos (Talón 1997).

Los frutos en crecimiento contienen elevadas concentraciones de inhibidores del desarrollo tales como el ácido abscísico. La máxima concentración de esta hormona en éstos órganos se encuentra en los ovarios durante los días posteriores a la antesis. En los estadios iniciales de desarrollo del fruto, su nivel

desciende, para luego de unos 30-40 días después de la apertura de la flor aumentar su contenido. El ABA es quien acelera el desprendimiento de frutos en desarrollo.

La función del etileno es bien conocida en el cuajado del fruto, aunque se cree que probablemente desempeña un papel en el proceso final de abscisión de ovarios y frutos en desarrollo (Primo-Millo, 1985).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

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

3.2 MATERIAL VEGETAL Y SUELOS

Este experimento fue llevado a cabo en un monte de naranja Valencia late, de 12 años de edad sobre el portainjerto trifolia (*Poncirus trifoliata* L.). La etapa de campo se extendió entre los meses de julio y diciembre del año 1999.

El marco de plantación de dicho monte es de 7 x 3,5 m, resultando esto en una densidad de plantación de aproximadamente 408 plantas por hectárea. La orientación de las filas es norte sur, quedando el lado de la planta de las entrefilas hacia los lados este y oeste respectivamente.

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

3.3 MANEJO DEL MONTE

3.3.1 Riego

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

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

3.3.2 Fertilización y Manejo del Suelo

La fertilización se realiza basándose en los resultados del análisis foliar que se efectúa anualmente en abril sobre hoja fructífera. También se tiene en

cuenta el análisis de suelo que se realiza cada dos años, en la zona de goteo de la planta a dos profundidades: 0-20 cm y de 20-40 cm.

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

3.3.3 Manejo Sanitario

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

3.4 PROCEDIMIENTOS

3.4.1 Evaluación de temperaturas en la copa del árbol

El estudio de la distribución de las temperaturas en la periferia, la copa del árbol y en el interior, para ser usados en el cálculo de los grados-día empleó dos árboles, uno en seco y otro con riego. Se instalaron diez termocuplas por árbol en diferentes posiciones del mismo, de tal manera de cubrir las posiciones norte, sur, este y oeste de acuerdo a la figura n° 1.

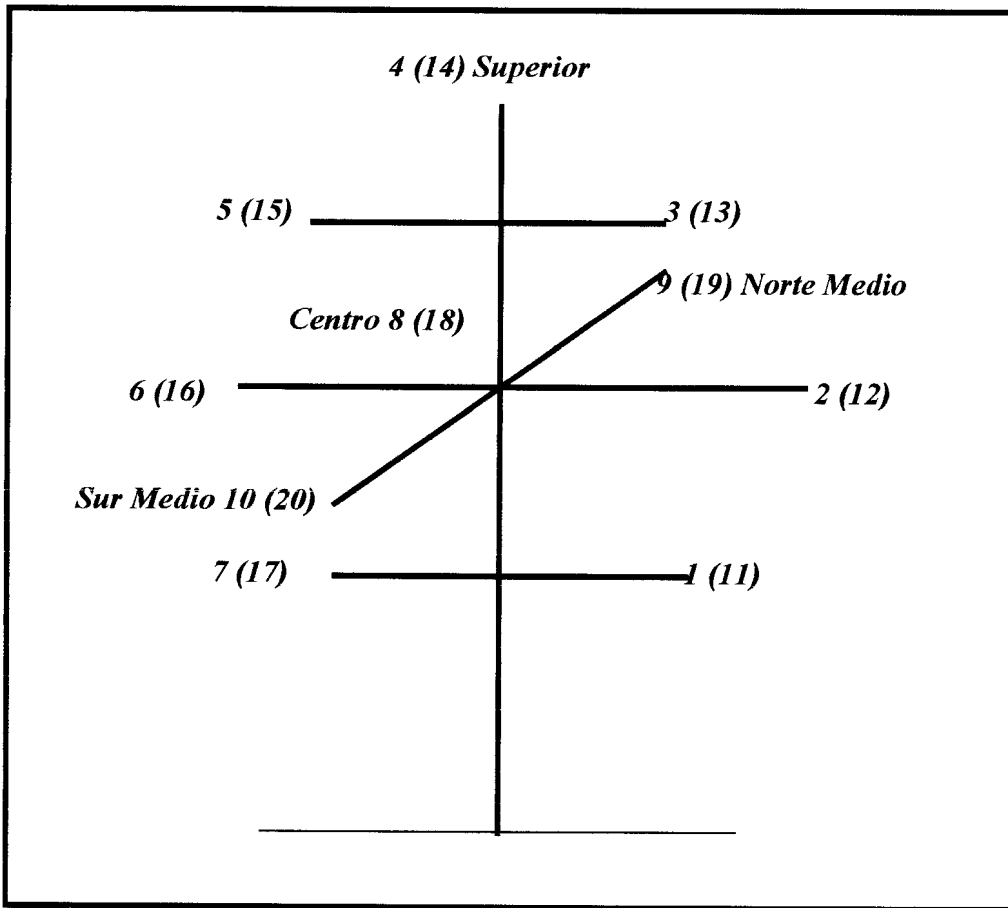


Figura n° 1: Posición de las termocuplas en los árboles.

En la medición de las temperaturas se utilizaron termocuplas TC 0.32 Ninomiya Co. Japón, calibradas en agua a 0°C, cubriéndose las extremidades con siliconas.

Las señales provenientes de la termocupla fueron computadas en un registrador automático (Solac 3, Eko Instruments Trading CO., Ltd., Japón) por termocupla cada quince minutos.

Los datos periódicamente se descargaban en una computadora para luego procesarlos, teniendo así una población diaria de datos cada 15 minutos para cada una de las 20 termocuplas de donde se extrajeron la máxima y la mínima diaria. El cálculo de los grados-día se realizó de acuerdo a Snyder (1985).

3.4.2 Evaluación de la floración

La floración se evaluó desde dos puntos de vista, primero evaluando la intensidad y calidad de la floración durante la plena flor y en todo el árbol, y por otro lado, estudiando la evolución del estado fenológico de las flores desde la brotación hasta la caída de los frutitos de ramas marcadas en los diferentes sectores del árbol.

3.4.2.1 Intensidad y calidad de floración (Plena Flor)

La evaluación de la floración en plena flor se realizó clasificando y contando las flores de acuerdo al tipo de brote floral en la cual estaba. Las flores se clasificaban en cuatro grupos: flores solitarias, flores en ramilletes sin hojas, flores en ramilletes con hojas y flores terminales en cada una de las ramas seleccionadas. Se contabilizó el número de nudos y se calculó en base 100 nudos.

Para visualizar el efecto de la intensidad y tipo de flores se hizo un análisis de varianza con los factores riego/secano y posición.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

- N° de flores solitarias cada 100 nudos,
- N° de ramilletes sin hojas cada 100 nudos,
- N° de flores terminales cada 100 nudos,
- N° de flores múltiples con hojas cada 100 nudos,
- N° de flores totales cada 100 nudos,
- N° de brotes cada 100 nudos,
- Porcentaje de flores sin hojas y
- Porcentajes de flores con hojas.

3.4.2.2. Evolución de la floración

En la evaluación de la floración, se identificaron 10 ramas de la primavera y otoño anterior (un año de edad) de entre 20-30 cm en cada planta, dispuestas hacia cada uno de los puntos cardinales. La posición de las ramas se muestra en la figura nº 2.

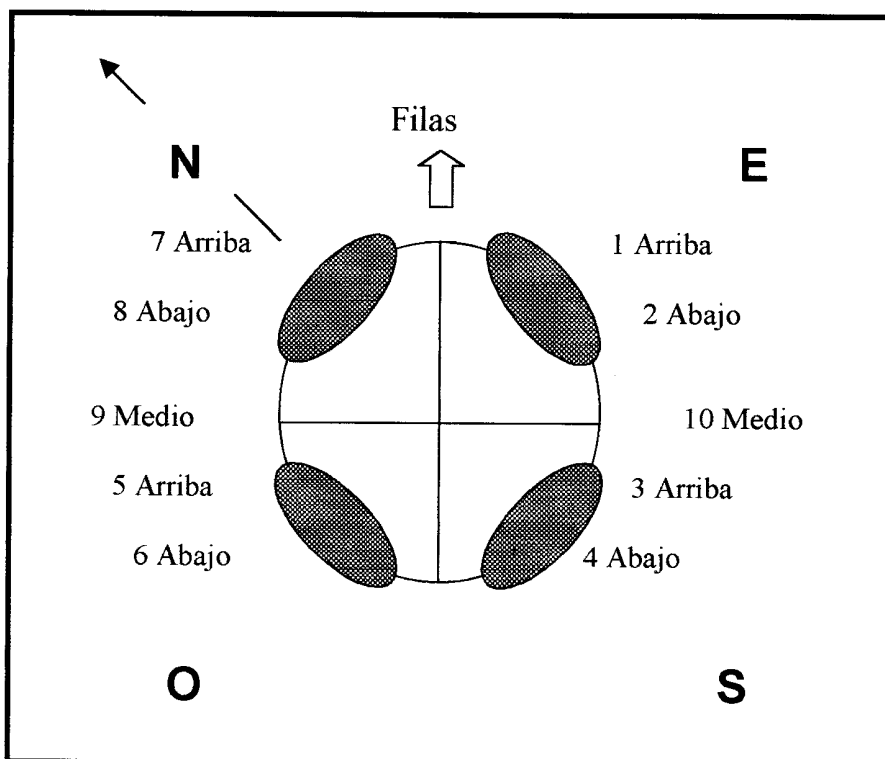


Figura nº 2: Posición de las ramas seleccionadas para el estudio de la evolución de la floración.

A las ramas elegidas, previo a la brotación se les contó el número de nudos totales, para luego contar todas las flores que se desarrollaban en cada una de ellas. Se registraron cada 2 – 3 días el total de flores de cada brote, las cuales se clasificaban según el estado fenológico de las mismas. Para estudiar la evolución del desarrollo de las flores se utilizó la clasificación BBCH o española, modificada por Agustí, *et al.* (1995) (figura 3); se tomaron cinco estadios característicos: brotes florales pequeños verdes (estadio 55), flores redondas blancas (estadio 56), flor alargada-dátil (estadio 59), flor abierta (estadio 61) y pétalos marchitos (estadio 67). Las poblaciones de flores de los lados orientados hacia el oeste y este de los árboles fueron consideradas separadamente en los análisis.

3.4.3 Formulación del Modelo

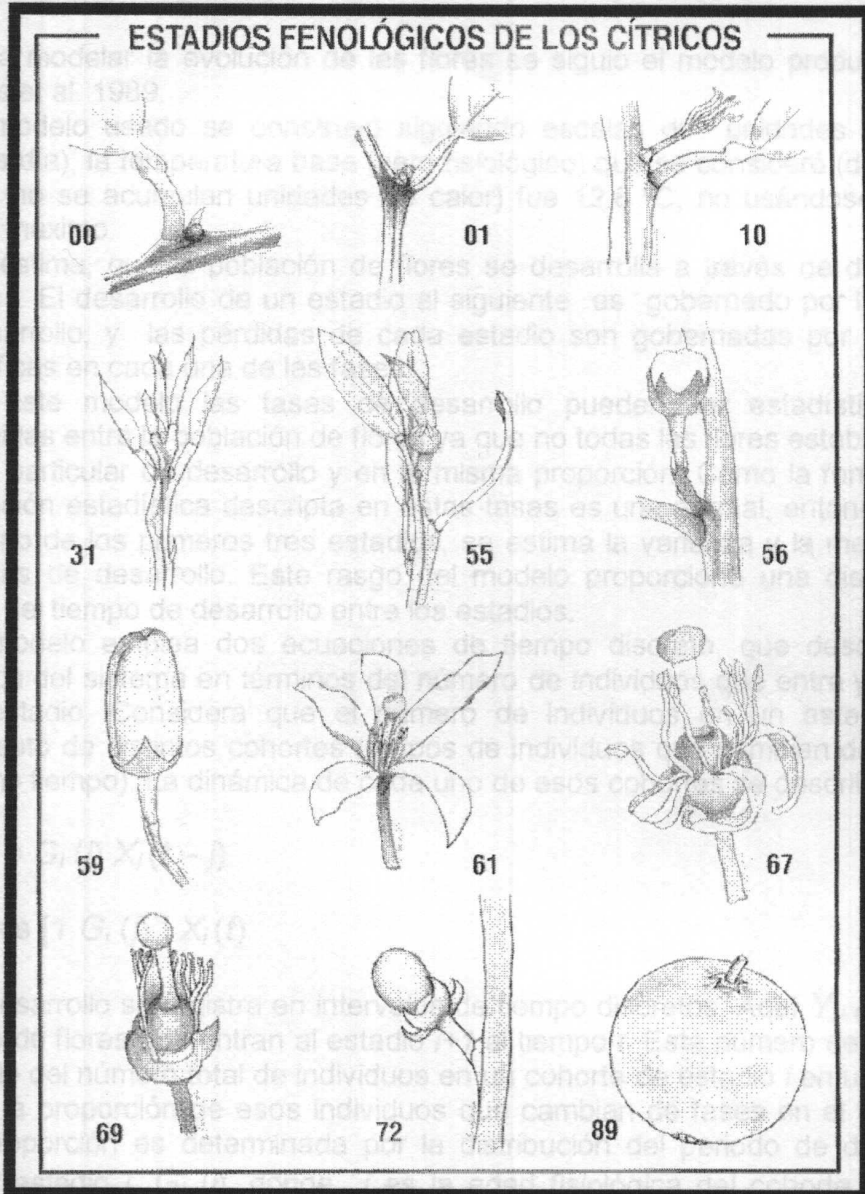


Figura nº3: Clasificación fenológica de los cítricos según Agustí et al. (1995)

3.4.3 Formulación del Modelo

Para modelar la evolución de las flores se siguió el modelo propuesto por Bellows et al. 1989.

El modelo usado se construyó siguiendo escalas de unidades de calor (grados-día), la temperatura base (cero fisiológico) que se consideró (debajo de la cual no se acumulan unidades de calor) fue 12.8 °C, no usándose ningún umbral máximo.

Se estima, que la población de flores se desarrolla a través de diferentes estadios. El desarrollo de un estadio al siguiente es gobernado por las tasas de desarrollo, y las pérdidas de cada estadio son gobernadas por pérdidas específicas en cada una de las fases.

En este modelo las tasas de desarrollo pueden ser estadísticamente distribuidas entre la población de flores ya que no todas las flores estaban en un estado particular de desarrollo y en la misma proporción. Como la forma de la distribución estadística descrita en estas tasas es una normal, entonces para cada uno de los primeros tres estadios, se estima la varianza y la media para las tasas de desarrollo. Este rasgo del modelo proporciona una distribución acerca del tiempo de desarrollo entre los estadios.

El modelo emplea dos ecuaciones de tiempo discreto, que describen la dinámica del sistema en términos del número de individuos que entra y sale de cada estadio. Considera que el número de individuos en un estadio esta compuesto de distintos cohortes (grupos de individuos que cambian de estado al mismo tiempo). La dinámica de cada uno de esos cohortes se describe por:

$$Y_{i+j}(t) = G_i(j) X_i(t-j) \quad (1a)$$

$$X_i(t) = s [1 - G_i(j)] X_i(t) \quad (1b)$$

El desarrollo se registra en intervalos de tiempo discretos. Aquí $Y_{i+1}(t)$ es el número de flores que entran al estadio $i+1$ al tiempo t . Este número de reclutas depende del número total de individuos en un cohorte de estadio i en un tiempo t , X_i , y la proporción de esos individuos que cambian de fases en el tiempo t . Esta proporción es determinada por la distribución del periodo de desarrollo para el estadio i , $G_i(j)$, donde j es la edad fisiológica del cohorte X_i en el tiempo t .

La forma de la distribución, G_i , está determinada por los dos parámetros μ_i , la tasa de desarrollo principal del estado i y δ_i^2 , que es la varianza de la tasa de desarrollo.

Las ecuaciones (1a) y (1b) representan los cambios que con el tiempo le ocurren a cada cohorte de flores en cada fase de desarrollo y para cada período de tiempo. La ecuación (1a) define el número que deja i y que entra al estadio $i+1$, y la ecuación (1b) cuantifica las pérdidas en número de individuos en el cohorte remanente en estadio i . Estas ecuaciones se aplican a un solo cohorte de individuos en etapa 1, y cuando más de un cohorte está presente, las ecuaciones (1a) y (1b) se aplican a cada cohorte. El número total de individuos que entran al estadio $i+1$ en el tiempo t forma entonces, un nuevo cohorte en ese estadio.

La proporción de flores que sobreviven en cada período de tiempo está gobernada por la tasa diaria de sobrevivencia s . Una aplicación diaria de la proporción constante de sobrevivientes es análoga al descenso en el número que se describe por

$$N(t) = N(0) \exp(-\delta t) \quad (1c)$$

Aquí, $N(t)$ el número presente en cualquier tiempo t , es el producto del número inicialmente presente ($N(0)$) y la proporción de sobrevivientes a través del tiempo t ($\exp(-\delta t)$). La tasa de sobrevivencia s de la ecuación (1c) está dada por $s = \exp(-\delta)$.

El modelo es caracterizado por un parámetro de sobrevivencia, s , y tres distribuciones de desarrollo, una para cada uno de los tres primeros estadios de desarrollo floral. La distribución del desarrollo para cada uno de los diferentes estadios requiere de estimadores para cada uno de estos dos parámetros μ y δ^2 . El valor de δ (y por lo tanto s) se estimó por regresión del logaritmo del número de flores contra el tiempo fisiológico. Los parámetros remanentes se estimaron aplicando la técnica de Bellows, et al. (1986).

Los parámetros de este modelo también se estimaron por el método no lineal de mínimos cuadrados. Se estimaron tres parámetros para cada estadio: μ_i , δ^2_i y δ_i , midiéndose el tiempo en grados-días, considerándose períodos discretos de 10 grados -días.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco repeticiones, siendo la planta una repetición, y los bloques riego y secano respectivamente.

Se eligió este diseño debido a que se consideraron los siguientes criterios de homogeneidad: suelo, variedad, portainjerto, edad de las plantas, diámetro del tronco manejo.

El análisis estadístico del experimento se efectuó usando los programas MSTAT-C versión 2.1 y SAS versión 6.12 1996.

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

En el caso de que fuera necesario las variables analizadas fueron transformadas para su análisis en el Arco seno $\sqrt{(x + 1)}$ como en el caso de la evaluación de la floración (tipo e intensidad)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS

4.1.1. Variabilidad de las temperaturas en la copa y grados-día calculados.

En el cuadro nº 1 se presentan los registros obtenidos durante el período de experimentación y su correspondiente análisis estadístico, donde se visualiza que no existieron diferencias estadísticas significativas en las temperaturas mínimas promedio, mientras que si las hubo para las temperaturas máximas promedio en las diferentes posiciones de los sensores en el árbol. Los grados-día diarios promedio y los grados-día acumulados calculados de las temperaturas máximas y mínimas diarias, siguieron la tendencia de la temperatura máxima.

Teniendo en cuenta la ubicación de las termocuplas (figura nº 1) en la copa se aprecia que los valores mayores de las temperaturas máximas se registraron en los lados Norte y Oeste, mientras que los valores menores se ubicaron en los lados Sur y Este.

El comportamiento de los grados-día y los grados-día acumulados considerando la zona del árbol fue análogo al de la temperatura máxima promedio, encontrándose valores significativamente mayores en los lados Norte y Oeste.

Cuadro n° 1: Distribución de las temperaturas promedio y grados-día calculados promedio en la copa del árbol durante el período de experimentación.

Posición	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Grados-Día (por día)	Grados-Día Acumulados	
	Arriba	9.3	23.1 de	4.8 d	477.5 cd
Este	Medio	9.2	23.7 dc	5.0 dc	497.6 bcd
	Abajo	9.7	22.2 e	4.6 d	446.5 d
Oeste	Arriba	9.3	25.3 ba	5.8 ba	569.0 abc
	Medio	9.3	26.2 a	6.2 a	614.9 a
	Abajo	9.5	24.8 bc	5.6 bac	563.2 abc
Norte	Medio	9.2	25.6 ba	5.9 a	582.8 ab
Sur	Medio	9.9	22.3 e	4.6 d	456.2 d
Centro		9.6	22.4 de	4.6 d	452.4 d
Superior		9.5	23.7 dc	5.1 bdc	521.0 abcd

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

No se visualizaron diferencias en las temperaturas registradas entre los sensores ubicados en la parte superior e inferior de los árboles, esto puede deberse a que se comparó la serie entera de temperaturas de cada termocupla, con n repeticiones y esto escondería las variaciones existentes dentro de los grupos de datos.

En el caso de las mínimas no existieron diferencias significativas entre el promedio de las series de temperaturas, no hubo diferencias entre las plantas (secano – riego) e incluso entre la posición de los sensores en el árbol.

En cuanto a las temperaturas máximas, se registraron diferencias significativas entre la posición en el árbol y en los tratamientos de riego y secano.

La interacción entre la posición y el tratamiento riego – secano entre las plantas no fue significativa.

Los grados día promedio sólo fueron significativos cuando se consideró la posición, mientras que los grados-día acumulados lo fueron en la posición pero no entre plantas. (anexo n° 1, 2, 3 y 4)

Comparando el centro del árbol con las demás zonas de la planta se puede observar que es en este lugar donde se produce la menor acumulación de grados-día, es decir que se da el menor registro de grados-día por día y es donde se producen los más bajos registros, tanto para las temperaturas mínimas como para las máximas.

Las zonas más cálidas del árbol son en orden descendente el Oeste medio, Norte medio, Oeste arriba; mientras que las zonas más frías son centro, Sur medio y Este abajo.

En general a igual fecha de registro, las posiciones Superior, Oeste medio, Oeste abajo, Oeste arriba y Norte medio son quienes presentan mayor acumulación de grados día en comparación a Este abajo, Este medio, Este arriba, Este centro y Sur medio.

Los grados día calculados presentan un comportamiento similar, independientemente si corresponden a plantas con riego o en secano, con la particularidad de que la posición Oeste medio es quien siempre exhibe los mayores registros. (anexo n° 1, 2, 3 y 4)

Los lados de la planta que presentan mayor acumulación de grados día son en orden decreciente: Oeste medio, Norte medio, Oeste arriba, Oeste abajo, Superior, Este medio, Este arriba y Este abajo. Las zonas con menor acumulación son Sur medio y el centro de los árboles.

Los grados-día acumulados en la fecha de cada muestreo fenológico durante el período de ensayo en los lados Este y Oeste, nos permiten apreciar que el comportamiento observado es el esperado, donde las zonas más iluminadas del árbol, que para nuestro hemisferio coincide con el lado Norte son las de mayor acumulación de temperatura y en definitiva las más calientes.

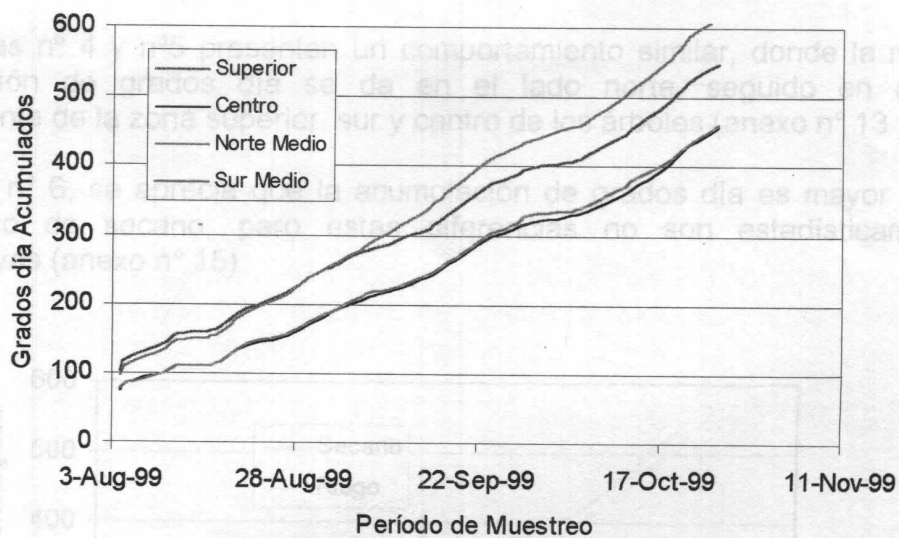


Fig. nº 4: Grados día acumulados fenológicos en la copa del árbol durante el período de muestreo en el tratamiento de secano

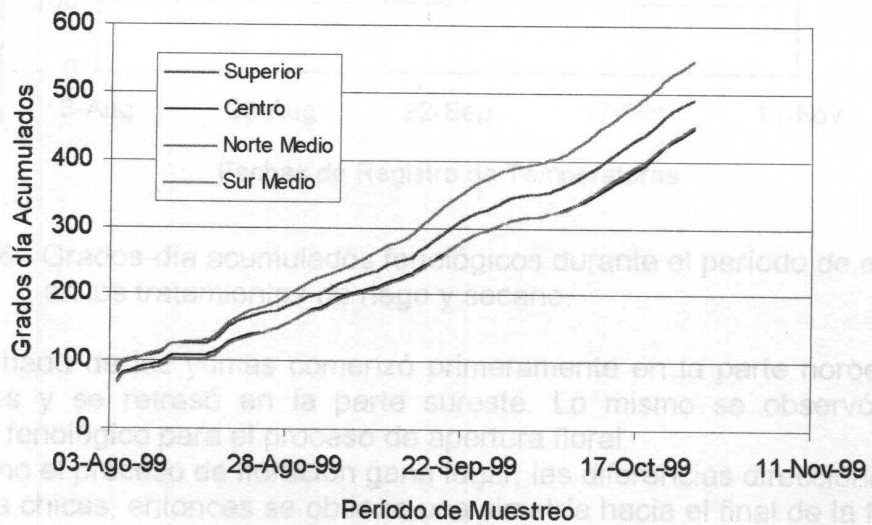


Fig. nº 5: Grados día acumulados fenológicos en la copa del árbol durante el período de muestreo en el tratamiento de riego

Las figuras nº 4 y nº5 presentan un comportamiento similar, donde la mayor acumulación de grados día se da en el lado norte, seguido en orden descendente de la zona superior, sur y centro de los árboles (anexo nº 13 y 14).

En figura nº 6, se aprecia que la acumulación de grados día es mayor en el tratamiento de secano; pero estas diferencias no son estadísticamente significativas (anexo nº 15)

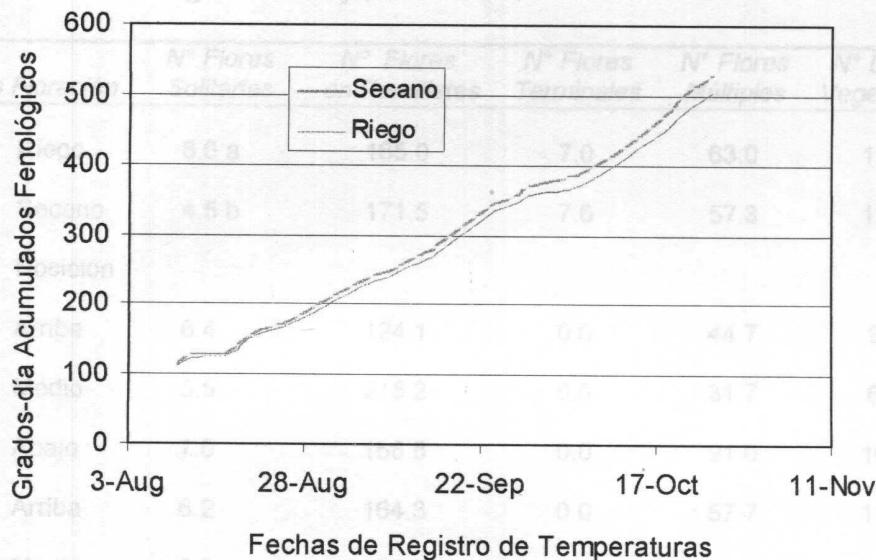


Figura nº6: Grados-día acumulados fenológicos durante el período de ensayo en los tratamientos de riego y secano.

El hinchado de las yemas comenzó primeramente en la parte noroeste de los árboles y se retrasó en la parte sureste. Lo mismo se observó en el desarrollo fenológico para el proceso de apertura floral.

Así como el proceso de floración gana lugar, las diferencias direccionales se hacen más chicas, entonces se obtiene una simetría hacia el final de la fase de floración (Lomas y Burd, 1983).

Medidas de la temperatura y la humedad en los montes de cítricos mostraron la existencia de pequeñas diferencias en la temperatura del aire y en la humedad en los lados Norte, Este, Oeste y Sur de los árboles. Se visualizaron además diferencias extremadamente pequeñas en las temperaturas medidas dentro del monte de naranjos y la temperatura fuera del mismo. (Lomas y Burd 1983)

4.2. ANÁLISIS DE LA FLORACIÓN (PLENA FLOR)

En los cuadros n°2 y n°3 se muestran las medias aritméticas y obtenidas para los factores en estudio, riego/secano y posición, de cada una de las ramas evaluadas, para cada una de las variables analizadas estadísticamente.

Cuadro n°2: Evaluación de la floración de acuerdo a la posición de las ramas en el árbol (n° de flores/100 nudos) para los efectos riego/secano y posición.

Análisis Floración		N° Flores Solitarias	N° Flores en Ramilletes	N° Flores Terminales	N° Flores Múltiples	N° Brotes Vegetativos	N° Flores Totales
Efecto	Riego	8.6 a	165.0	7.0	63.0	13.2	195.3
	Secano	4.5 b	171.5	7.6	57.3	13.4	169.9
Efecto	Posición						
Oeste	Arriba	6.4	124.1	0.0	44.7	9.2	148.9
	Medio	5.5	215.2	0.0	31.7	6.3	224.1
	Abajo	7.0	168.8	0.0	91.0	16.5	194.0
Este	Arriba	6.2	164.3	0.0	57.7	13.0	186.3
	Medio	6.2	185.0	9.1	63.2	8.4	204.3
	Abajo	2.6	107.2	5.7	45.0	17.4	132.4
Norte	Medio	0.0	130.0	8.1	99.8	24.6	161.7
Sur	Medio	5.0	174.5	0.0	66.3	10.0	194.1
Superior		5.0	185.3	7.1	14.0	14.9	171.9
Centro		27.3	186.8	5.3	73.9	12.5	193.0

Las medias identificadas con diferente letra son significativamente diferentes con $p \leq 0.01$ para el test de Mínima Diferencia Significativa

Analizando el efecto riego – secano, el factor riego presenta mayor número de flores totales, en cuanto al número de brotes vegetativos no se observan diferencias entre ambos factores. El factor riego muestra los mayores valores para el número de flores solitarias y para el número de flores múltiples; mientras

que el factor seco expone los mayores valores en número de flores en ramilletes y número de flores terminales; si bien para los casos anteriores estas diferencias visualizadas no son significativas al 1%.

Cuadro n°3: Evaluación de la floración de acuerdo a la posición de las ramas en el árbol (n° de flores/100 nudos) para los efectos riego/secano y posición.

<i>Análisis Floración</i>		<i>N° Flores Totales/100 Nudos</i>	<i>% Flores Con Hojas</i>	<i>% Flores Sin Hojas</i>		
Efecto	Riego	195.3	47.4	78.6		
	Secano	169.9	51.7	88.2		
Efecto	Posición	Arriba	148.9	38.0	81.0	
		Oeste	Medio	224.1	13.6	97.0
		Abajo	194.0	60.7	84.8	
Este	Medio	Arriba	186.3	39.0	87.0	
		Abajo	132.4	35.7	102.8	
		Norte	Medio	161.7	48.9	75.8
Sur	Medio	194.1	55.3	78.0		
Superior		171.9	72.2	94.5		
Centro		193.0	63.0	83.6		

No existieron diferencias significativas con $p \leq 0.01$ para el test de Mínima Diferencia Significativa

En el cuadro n° 3 se aprecia que independientemente de la posición o si las plantas se encuentran bajo riego o seco, siempre es mayor el porcentaje de flores sin hojas.

La única variable en estudio que presentó diferencias significativas fue el número de flores solitarias, donde los tratamientos bajo riego exhibieron valores mayores.

4.3 ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA FLORACIÓN

La floración fue analizada desde dos puntos de vista: primero la cantidad, donde se estudió el número de flores y la proporción de cada tipo en los diferentes tratamientos riego y secano, y en segundo lugar, la evolución, donde se consideraron los grados-día acumulados y las temperaturas.

Existieron diferencias significativas en los análisis de varianza en las variables nº de flores solitarias cada 100 nudos (en cuanto al factor posición) y nº de brotes cada 100 nudos (en el factor riego/secano). Mientras que no existieron diferencias significativas para el número de flores y los demás factores.

A pesar de las variaciones entre los lados, la evolución del tipo floral de acuerdo a la escala fenológica comparada, respecto al número de grados día acumulados fue similar. Se puede apreciar que empiezan el desarrollo del primer estadio a los 100 grados día acumulados.

Al estar en escala de acumulación de temperaturas los estadios que acumulan más son los que se desarrollan más rápido.

4.3.1. Evolución de la floración y cálculo de los parámetros del modelo

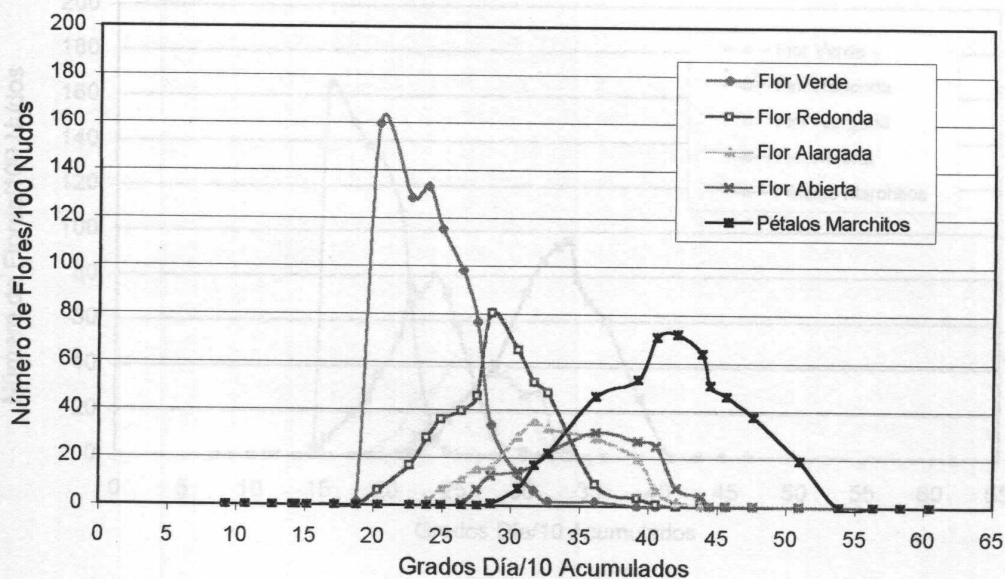


Figura nº7: Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados-día/10 acumulados del lado Oeste bajo riego

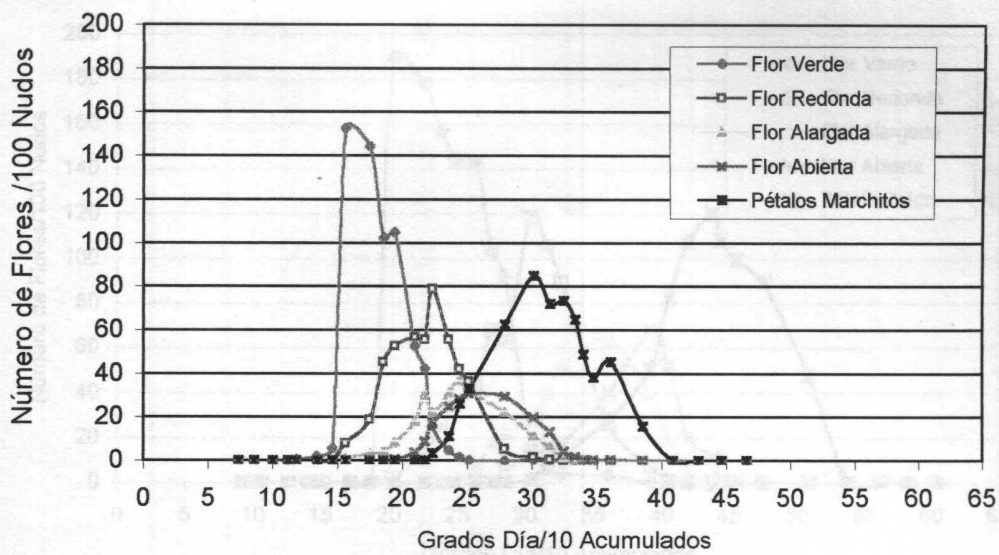


Figura n°8: Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados-día/10 acumulados del lado Este bajo riego

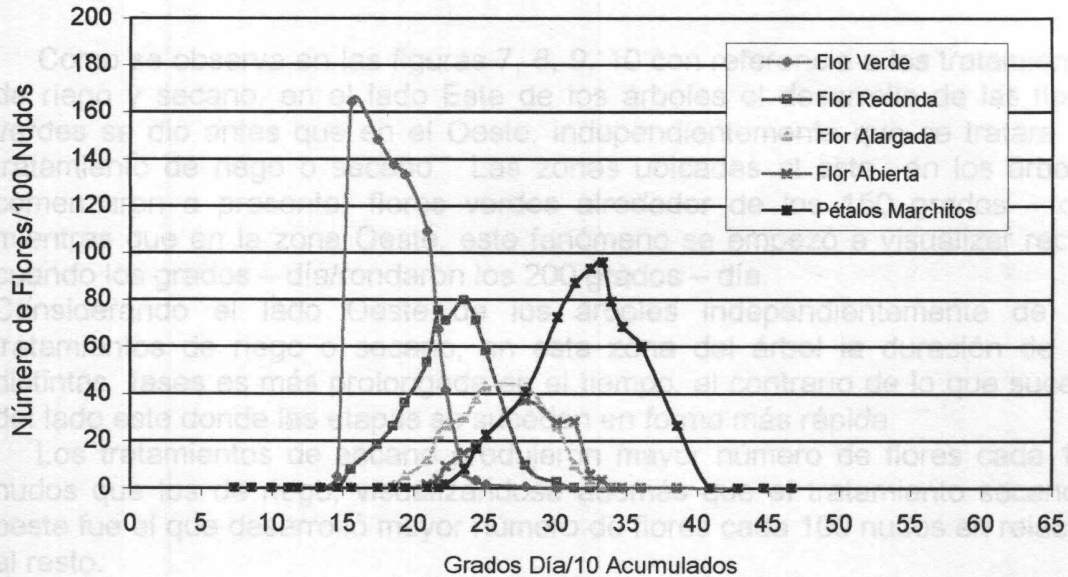


Figura n°9: Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados-día/10 acumulados del lado Este en seco.

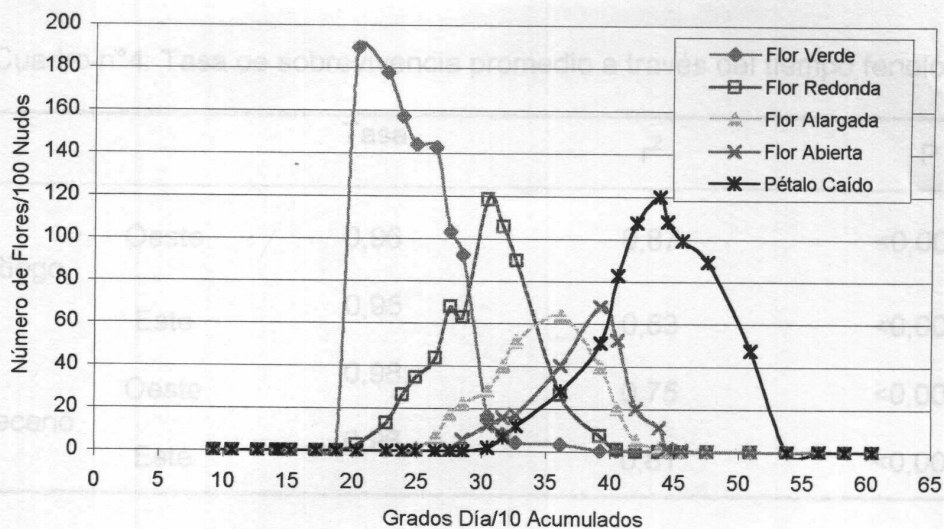


Figura nº10: Evolución del número de flores cada 100 nudos de acuerdo al estado fenológico y a los grados-día/10 acumulados del lado Oeste en seco

Como se observa en las figuras 7, 8, 9, 10 con referencia a los tratamientos de riego y seco, en el lado Este de los árboles el desarrollo de las flores verdes se dio antes que en el Oeste, independientemente que se tratara del tratamiento de riego o seco. Las zonas ubicadas al este en los árboles comenzaron a presentar flores verdes alrededor de los 150 grados – día, mientras que en la zona Oeste, este fenómeno se empezó a visualizar recién cuando los grados – día/rondaron los 200 grados – día.

Considerando el lado Oeste de los árboles independientemente de los tratamientos de riego o seco, en esta zona del árbol la duración de las distintas fases es más prolongada en el tiempo, al contrario de lo que sucede del lado este donde las etapas se suceden en forma más rápida.

Los tratamientos de seco produjeron mayor número de flores cada 100 nudos que los de riego, visualizándose además que el tratamiento seco – oeste fue el que desarrolló mayor número de flores cada 100 nudos en relación al resto.

Cuadro n°4: Tasa de sobrevivencia promedio a través del tiempo fenológico

		Tasa	r ²	P
Riego	Oeste	0,96	0,87	<0,0001
	Este	0,95	0,83	<0,0001
Secano	Oeste	0,98	0,75	<0,0001
	Este	0,96	0,81	<0,0001

En el cuadro 4 se muestra la tasa de sobrevivencia promedio a través del tiempo fenológico. Las tasas de sobrevivencia variaron entre un 95% y un 98% del total de las flores entre el estadio 55 y el estadio 61.

Esta tasa de sobrevivencia, que es la tasa de mantenimiento de las flores en un estadio, explica la velocidad de pérdida de flores entre los diferentes estadios fenológicos, ya que ellas van pasando de un estado fenológico al siguiente, desde el estado de yema hasta que se transforman en frutos. También podría ser asimilada a una tasa de caída de las estructuras florales.

La tasa de sobrevivencia promedio observada para los tratamientos de riego y seco presentó un mismo patrón de comportamiento, siendo siempre mayor para el lado Oeste que para el lado Este.

La sobrevivencia a través del período de floración fue generalmente mejor en el lado Oeste de los árboles, independientemente si el tratamiento considerado era riego o seco. Esto concuerda con Bellows, et al. (1989), quienes verificaron que para el hemisferio norte la sobrevivencia a través del período de floración era mejor en el cuadrante suroeste de los árboles.

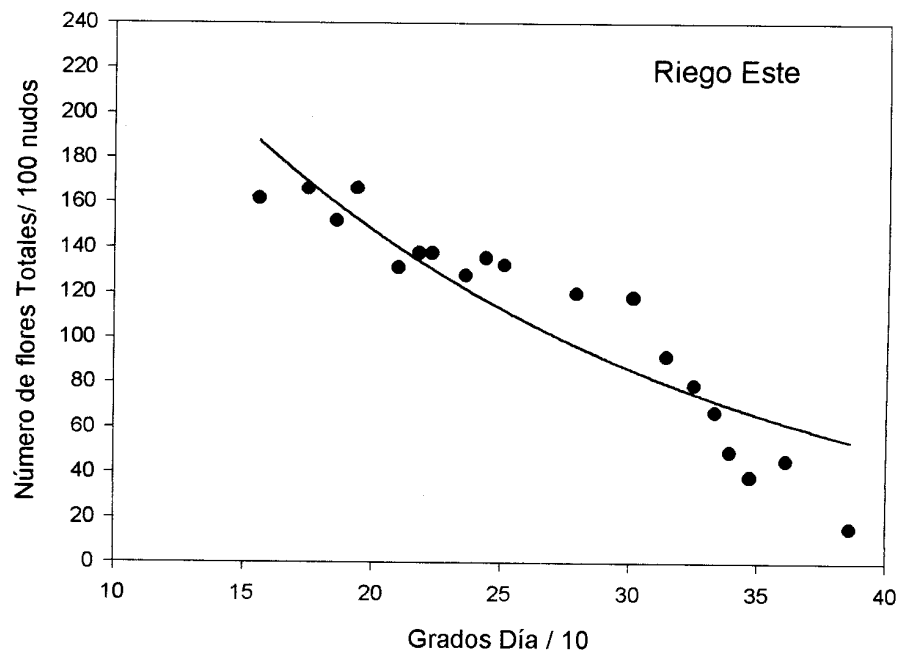


Figura n° 11: Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Riego - Este. (Puntos: valores reales. Línea entera: valores estimados)

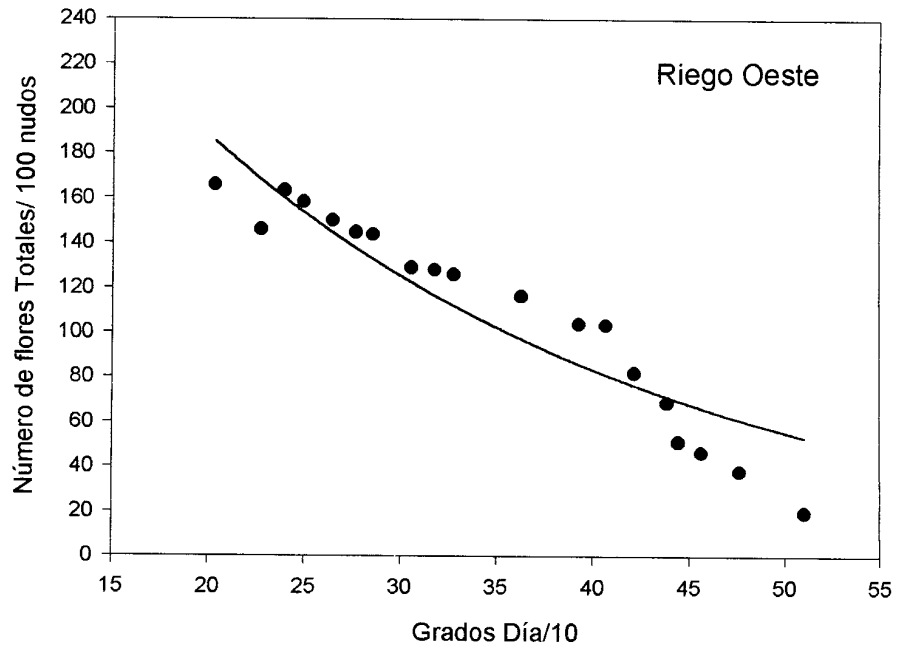


Figura nº 12: Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Riego – Oeste. (Puntos: valores reales. Línea entera: valores estimados)

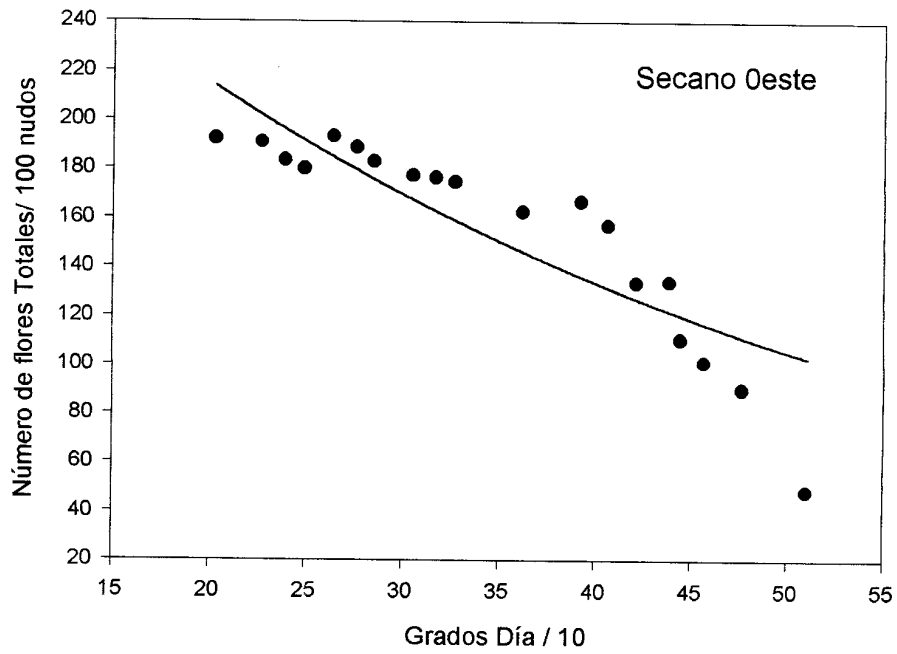


Figura n° 13: Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Secano - Oeste. (Puntos: valores reales. Línea entera: valores estimados)

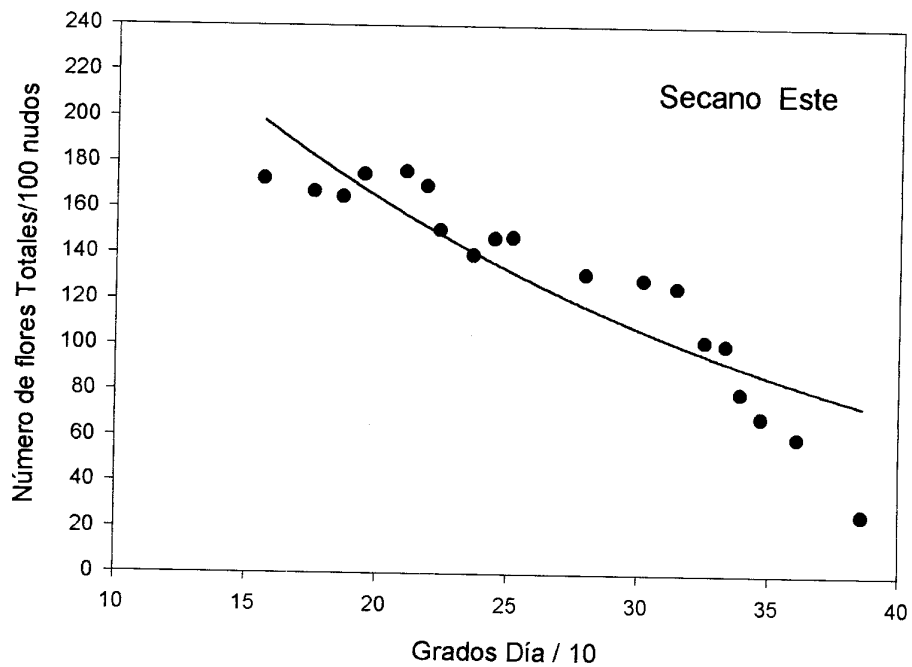


Figura n° 14: Número de flores totales/100 nudos en función del tiempo fenológico en el tratamiento Secano - Este. (Puntos: valores reales. Línea entera: valores estimados)

El ajuste del modelo para la tasa de mortalidad fue similar para los cuatro tratamientos. En general, el ajuste fue bueno, destacándose el tratamiento riego – este por ser el mejor como se aprecia en las figuras n° 11, 12, 13 y 14.

En los cuadros 5 y 6 se muestran los valores de los parámetros μ y δ para los distintos tratamientos: riego y seco, y los lados Este y Oeste de los árboles.

Cuadro n°5: Valores ajustados de los parámetros μ y δ para las distribuciones de desarrollo (riego Este y Oeste)

Estadio	Riego - Este		Riego - Oeste	
	μ	δ	μ	δ
Flor Verde (Estadio 55)	0.3161± 0.0205	0.1032 ± 0.0166	0.7063 ± 0.0978	0.3814 ± 0.0842
Flor Redonda (Estadio 56)	0.1681± 0.0098	0.0600 ± 0.0097	0.0965 ± 0.0034	0.0233 ± 0.0036
Flor Alargada (Estadio 59)	0.1136 ± 0.0039	0.0344 ± 0.0039	0.1151± 0.0074	0.0421 ± 0.0065
Flor Abierta (Estadio 61)	0.2165 ± 0.0210	0.0959 ± 0.0169	0.1013 ± 0.0049	0.0304 ± 0.0054

Para los tratamientos de riego se visualiza que en el estadio 55 (flor verde), el parámetro δ es más grande del lado oeste de los árboles. El otro estadio que tiene similar comportamiento para el lado Oeste es el 59 (flor alargada).

Para el resto de los estadios, bajo riego, los mayores valores los obtuvieron los lados Este de los árboles. Tener un δ mayor implica que la velocidad con que se van a dar estos estadios va a ser mayor.

En cuanto al parámetro μ , vemos que es mayor del lado Este para los estadios 56 (flor redonda) y 61 (flor abierta).

A mayores μ , se visualiza una mayor tasa de desarrollo, lo que implica mayores picos, y viceversa.

Cuadro n°6: Valores ajustados de los parámetros μ y δ para las distribuciones de desarrollo (secano Este y Oeste)

Estadio	Secano - Este		Secano - Oeste	
	μ	δ	μ	δ
Flor Verde (Estadio 55)	0.2146 \pm 0.0095	0.0623 \pm 0.0078	0.2125 \pm 0.0130	0.0734 \pm 0.0109
Flor Redonda (Estadio 56)	0.1221 \pm 0.0040	0.0281 \pm 0.0046	0.0879 \pm 0.0028	0.0199 \pm 0.0028
Flor Alargada (Estadio 59)	0.1507 \pm 0.0101	0.0569 \pm 0.0095	0.0988 \pm 0.0037	0.0256 \pm 0.0041
Flor Abierta (Estadio 61)	0.1354 \pm 0.0064	0.0393 \pm 0.0069	0.0955 \pm 0.0020	0.0171 \pm 0.0020

Al igual que para el tratamiento de riego, el estadio 55 (flor verde), presentó el mayor valor del parámetro δ del lado Oeste del árbol, aunque para el resto de los estadios los valores fueron mayores en el lado Este de los mismos. Esto implica que el estadio 55, se desarrollará a mayor velocidad en el lado Oeste en los tratamientos de secano.

Cuando se considera el parámetro μ , se ve que es siempre mayor en el lado este de los árboles en los tratamientos de secano, por lo que es dable esperar que los picos en esta zona del árbol para este tratamiento sean mayores.

Los cuadros 5 y 6 presentan una mayor tasa de acumulación del lado Oeste de los árboles, independientemente del valor absoluto de acumulación de unidades de calor. En general el tratamiento de riego acumuló más de lado Oeste.

Es importante destacar que la tasa de desarrollo de cada uno de los estadios es variable entre los tratamientos de riego y secano.

En el tratamiento de secano ubicado al Este de los árboles, las varianzas de las distribuciones son más uniformes que en el riego.

El modelo reconstruye la distribución del desarrollo poblacional para cada estadio, es decir que cuantifica la cantidad de individuos que cambian de estado distribuidos por edad.

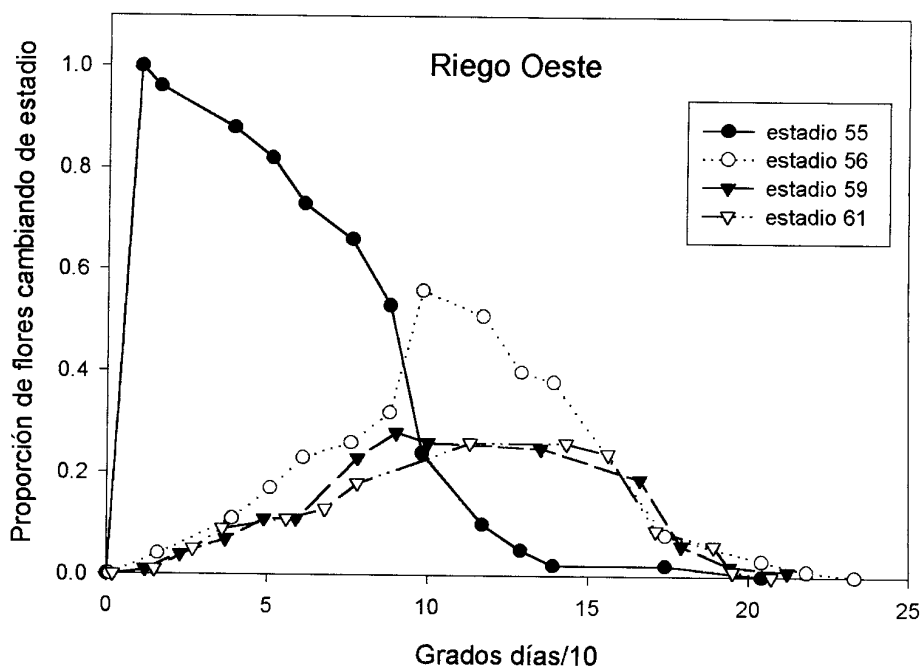


Fig. N° 15: Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados día/10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Riego Oeste.

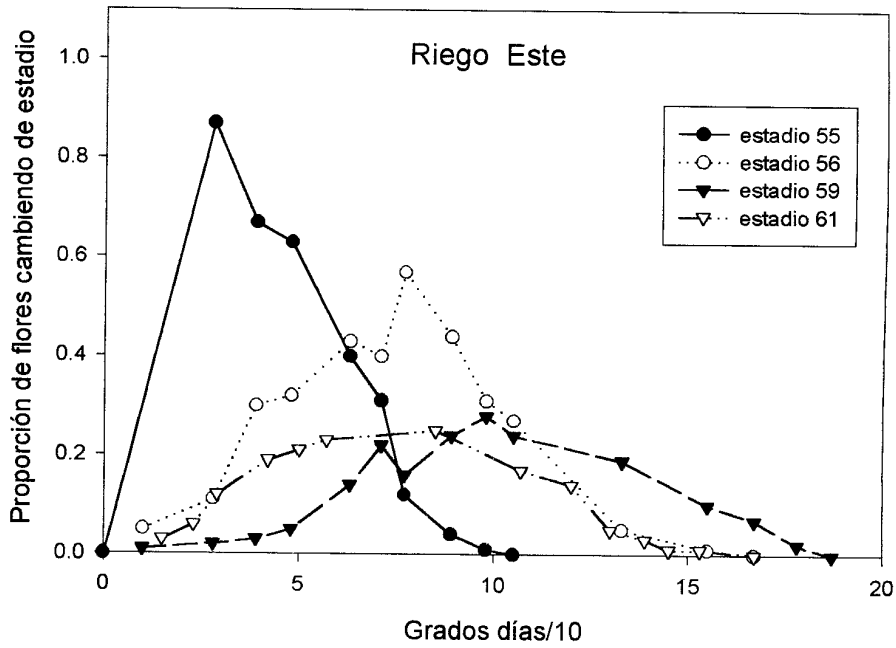


Fig. N° 16: Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados día/10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Riego Este.

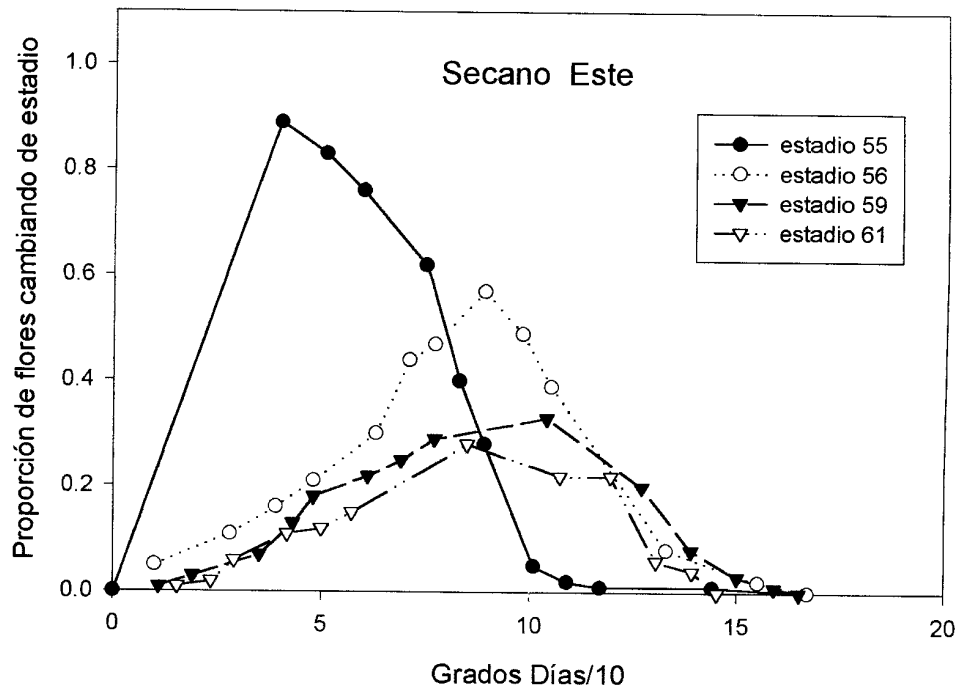


Fig. N° 17: Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados día/10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Secano Este.

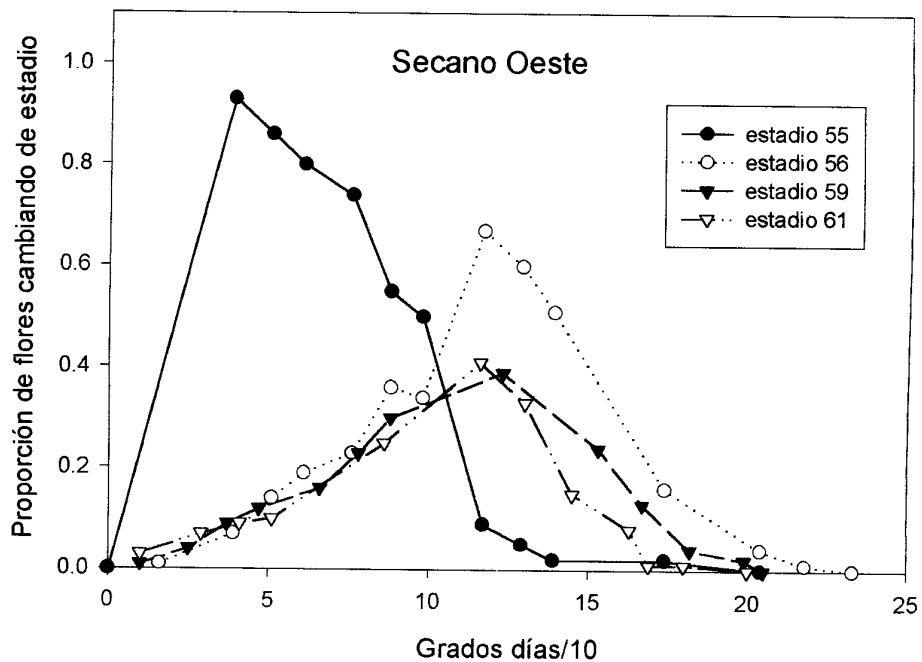


Fig. N° 18: Proporción de flores cambiando de estadio en función de los grados día/10 acumulados para cada estadio fenológico en el tratamiento Secano Oeste

En las graficas anteriores (figuras n° 15, 16, 17, 18) se puede visualizar la proporción de flores que cambian de estadio en función de los grados – día. En ellas se puede apreciar que existen diferencias entre los tratamientos de riego y secano, visualizándose primero los cambios en los tratamientos bajo riego.

A su vez, se puede notar, que independientemente del tratamiento, riego o secano, los lados oeste de los árboles mostraron un pasaje más ordenado al siguiente estadio, es decir más concentrado en el tiempo, mientras que el tratamiento riego – este fue el que tuvo el peor comportamiento.

4.3.2 Ajuste del modelo

El modelo se ajustó para las zonas Este y Oeste de los árboles, y se consideró además los tratamientos de riego y secano. Esta elección se basó en las diferencias visualizadas en los análisis de varianza de los tratamientos.

Este modelo describe el desarrollo de las flores desde la fase de brote a través de cuatro estadios de desarrollo que terminan en el fruto joven, permitiendo examinar la dinámica de la población de las flores, a medida que éstas van madurando, pasando por varios estadios. Cuantifica además, pérdidas en la población de flores, estimando la tasa de sobrevivencia y prorrateando las pérdidas entre las distintas fases de desarrollo. El modelo define además, el desarrollo estacional de la población de flores en números y fases separadas de desarrollo en cada lapso de tiempo y permite examinar también, las distribuciones de desarrollo para cada uno de los estadios del mismo. La contribución relativa de las diferentes distribuciones de los estadios de desarrollo hace que exista un solapamiento entre las fases durante la estación, el cual puede evaluarse. En el sistema estudiado aquí, mucho del solape durante la estación se relacionó a la variación en desarrollo en las fases del brote.

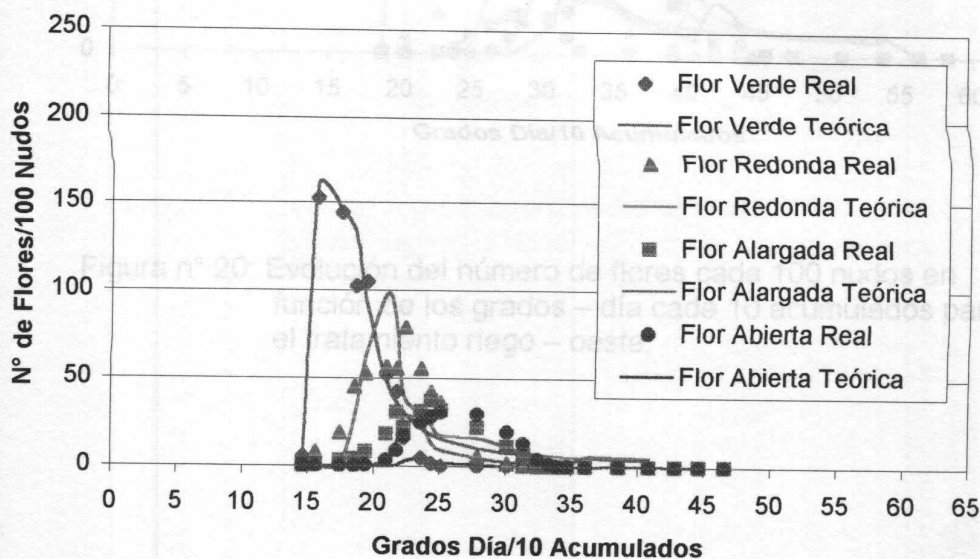


Figura n° 19: Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento riego – este.

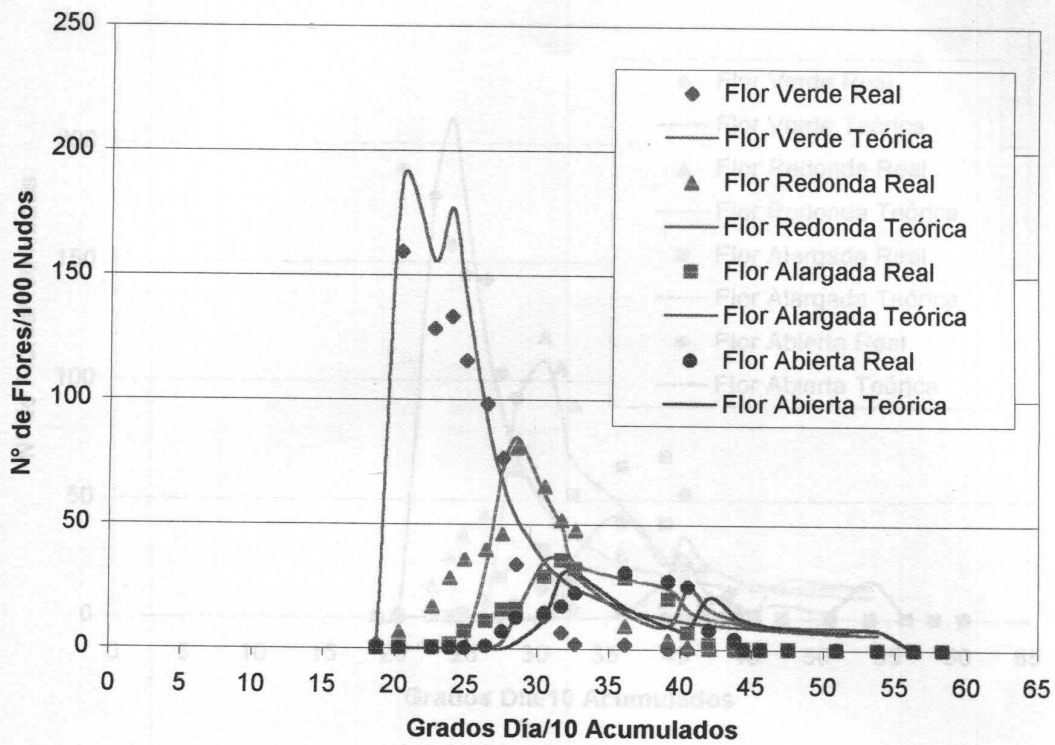


Figura n° 21: Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento riego – oeste.

Figura n° 20: Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento riego – oeste.

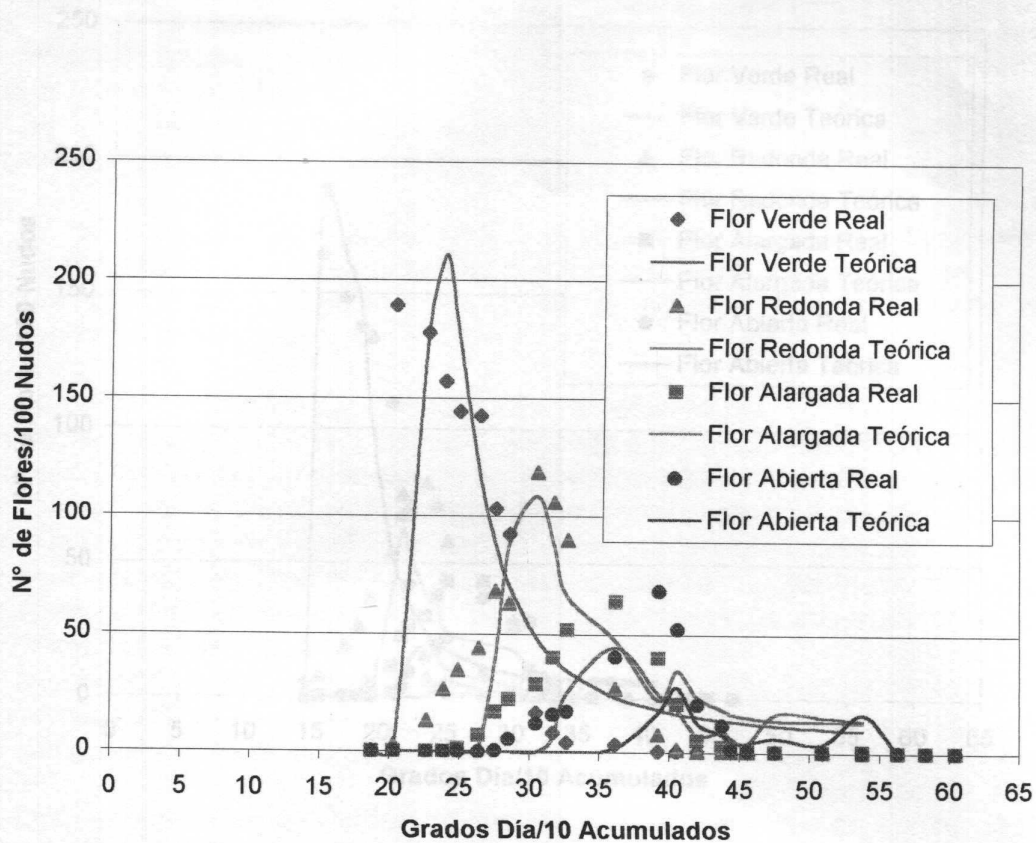


Figura n° 21: Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento seco - oeste

En las figuras n° 19, 20, 21 y 22 se puede apreciar que para el estado de flor verde hubo diferencias en el ajuste del modelo, según fuese el tratamiento considerado. El tratamiento que tuvo un mejor ajuste fue el de riego + este, mientras que para el resto de los tratamientos, si bien el ajuste fue bueno, no lo fue al nivel del tratamiento mencionado.

En los tratamientos ubicados al oeste la producción de flores comenzó alrededor de los 200 grados – día, en tanto que en los ubicados al Este, el comienzo se dio a las 150 grados – día. Este comportamiento se visualizó en el resto de los estados florales en igual forma.

En el estado de flor redonda, el ajuste es bueno aunque no alcanza los niveles del estado anterior.

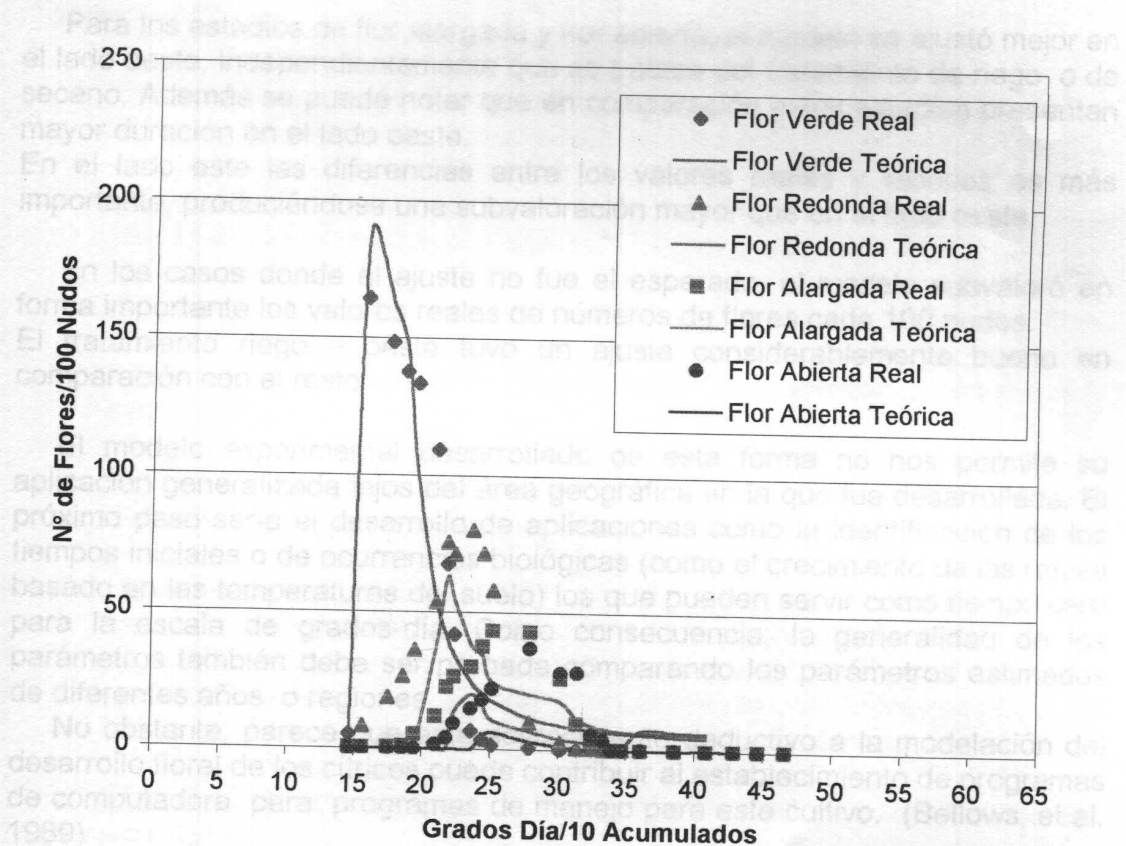


Figura n° 22: Evolución del número de flores cada 100 nudos en función de los grados – día cada 10 acumulados para el tratamiento seco - este

En las figuras n° 19, 20, 21 y 22 se puede apreciar que para el estadio de flor verde hubo diferencias en el ajuste del modelo, según fuese el tratamiento considerado. El tratamiento que tuvo un mejor ajuste fue el de riego – este, mientras que para el resto de los tratamientos, si bien el ajuste fue bueno, no lo fue al nivel del tratamiento mencionado.

En los tratamientos ubicados al oeste la producción de flores comenzó alrededor de los 200 grados – día, en tanto que en los ubicados al Este, el comienzo se dio a los 150 grados – día. Este comportamiento se visualizó en el resto de los estadios florales en igual forma.

En el estadio de flor redonda, el ajuste es bueno aunque no alcanza los niveles del estadio anterior.

Para los estadios de flor alargada y flor abierta, el modelo se ajustó mejor en el lado oeste, independientemente que se tratase del tratamiento de riego o de secano. Además se puede notar que en comparación estos estadios presentan mayor duración en el lado oeste.

En el lado este las diferencias entre los valores reales y teóricos es más importante, produciéndose una subvaloración mayor que en el lado oeste.

En los casos donde el ajuste no fue el esperado, el modelo subvaloró en forma importante los valores reales de números de flores cada 100 nudos. El tratamiento riego – oeste tuvo un ajuste considerablemente bueno en comparación con el resto.

El modelo experimental desarrollado de esta forma no nos permite su aplicación generalizada lejos del área geográfica en la que fue desarrollada. El próximo paso sería el desarrollo de aplicaciones como la identificación de los tiempos iniciales o de ocurrencias biológicas (como el crecimiento de las raíces basado en las temperaturas del suelo) los que pueden servir como tiempo cero para la escala de grados-día. Como consecuencia, la generalidad de los parámetros también debe ser probada comparando los parámetros estimados de diferentes años o regiones.

No obstante, parece que este acercamiento deductivo a la modelación del desarrollo floral de los cítricos puede contribuir al establecimiento de programas de computadora para programas de manejo para este cultivo. (Bellows, et al. 1989)

Las descripciones detalladas del modelo pueden ser útiles en el manejo de diferentes sistemas de cultivo, particularmente donde el ajuste cronológico de eventos como la fertilización, polinización o la aplicación de pesticidas son críticos. Una aplicación tal en cultivos de cítricos puede ser la anticipación de riesgo de daño por una peste post floración en la fruta joven.

El uso de modelos representativos o que predigan la fenología pueden jugar un papel significativo en el planeamiento y dirección de la producción y protección de la cosecha de un monte cítrico. El mayor valor de estos modelos se visualiza en sistemas donde ellos son usados a ayudar a anticipar constreñimiento del tiempo en la producción de miel y las estrategias de protección de la cosecha como la aplicación de pesticidas. Más allá, cuando se combinan con modelos para el desarrollo fenológico de especies dañinas, ellos pueden proporcionar una predicción del grado de solapamiento entre fruta susceptible y la especie plaga, contribuyendo así a una valoración temprana del riesgo, anticipándose la necesidad de tratamientos interventores. Estos modelos para la fenología de cultivos tienen también el potencial para contribuir a una eficaz dirección de las tareas en la producción de un monte cítrico.

5 CONCLUSIONES

- Con respecto a las temperaturas, los lados más calientes del árbol fueron en orden descendente: Oeste medio, Norte medio, Oeste arriba, mientras que los más fríos fueron: centro, Sur medio y Este abajo. No hubieron cambios en las temperaturas mínimas de acuerdo a la posición, pero si los hubo cuando se consideraban las temperaturas máximas.
- En cuanto a la evolución de la floración, la apertura floral comenzó entre los 150 y 200 grados – día. El número de flores que cambiaban de estadio de acuerdo al tiempo fisiológico fue muy semejante en los cuatro tratamientos.
- Las tasas de sobrevivencia entre los distintos estadios fue muy alta, llegando a valores mayores o iguales a 95%.
- Con referencia al modelo en su conjunto, los tiempos en que se dan los picos de números de flores se cumplen bastante bien, lo que el modelo no logra ajustar, es la intensidad de los mismos. El tratamiento de secano – oeste fue el que menos se ajustó, mientras que los tratamientos bajo riego tuvieron un ajuste considerablemente mejor.
- El modelo ajustado tuvo un relativo buen ajuste con los datos de campo, aunque para su validación total, en nuestras condiciones serían necesarios más años de ensayo.

6. RESUMEN

Se evaluó un modelo de floración de cítricos en la zona de producción Salto (Uruguay). El modelo se probó en árboles de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck) de 12 años, injertados sobre trifolia (*Poncirus trifoliata*) durante el invierno y la primavera de 1999.

Se registraron las temperaturas alrededor del canopy de los árboles, usando termocuplas. Se computó la intensidad de la floración (cantidad) y la evolución de la misma. Se ajustó el modelo de Bellows et al. (1989) a la evolución y a la intensidad de la floración. Bajo las condiciones medioambientales de Salto el lado Oeste del canopy acumuló mayor cantidad de grados – día que el lado Este. No se encontraron diferencias en los grados – día necesarios para el desarrollo en cada estadio fenológico. El modelo completo muestra una buena performance en el pronóstico de la duración de cada estadio, pero un mal ajuste en lo referente a la cantidad de flores en cada estadio fenológico. Se deberían realizar estudios más extensos para aumentar la exactitud de la predicción de este modelo.

7. SUMMARY

One citrus flowering model was evaluated under Salto citrus production area (Uruguay). The model was tested on 12 year old Valencia late (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orange trees grafted on trifolia (*Poncirus trifoliata*) during the winter and spring of 1999.

Temperatures were recorded around the tree canopy, using thermocouples. Flowering intensity (amount) and evolution were computed . Bellows et al. (1989) flowering model was fitted to the flower evolution and intensity. Under Salto environmental conditions the West side of the canopy accumulate more growing degree days than the East side. No differences were found between growing degree days for the development in each phenological stage studied. The overall model shows a good performance in forecasting the stage timing but a poor performance for the prediction of the flower amount in each phenological stage. Further studies have to be done to increase the model prediction accuracy.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABBOTT, C.E., 1935. Blossom – bud differentiation in citrus trees. *American journal of Botany* 22: 476 – 485.
2. AGUSTÍ, M; GARCÍA – MARI, F. and GUARDIOLA, J., 1982. Gibberellic acid and fruit set in sweet orange. *Scientia Horticulturae*. 17: 257 – 264.
3. AGUSTÍ, M., 1986. El aumento del tamaño del fruto en mandarinas. Factores y tratamientos. *Agrícola Vergel*. 5: 559 – 562.
4. AGUSTÍ, M., 1986. Estímulo del desarrollo vegetativo en los agrios. *Agrícola Vergel*, 60: 642 – 644.
5. AGUSTÍ, M., 1987. El cuajado del fruto en los agrios. Algunos aspectos de interés. *Agrícola Vergel*. 64:173 – 179.
6. AGUSTÍ, M., ALMELA, V., 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Ed. Eados, Barcelona 80p.
7. AGUSTÍ, M.; ZARAGOZA, S.; BLETHOLDER, H.; BUHR, L.; HACK, H.; KLOSE, R.; STAUB, R.; 1995. Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gen. *Citrus*). *Levante Agrícola* 3^{er} Trimestre. 189 – 199.
8. AGUSTÍ, M.; ZARAGOZA, S.; 1997. Adaptation of the BBCH scale for the description of Citrus fruits' phenological stages. *Fruits, Paris* 52(5): 287-295.
9. ARIAS, M., RONCA, F., ARBIZA, H. y GRAVINA, A., 1996. Estudio DEL comportamiento fenológico – reproductivo del tanger "Ortanique" (*Citrus sinensis* L. Osb. X *Citrus reticulata* Bl.) en el sur del Uruguay. *Actas de la XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*. Mendoza, Argentina: 208 – 209.
10. ARIAS, M., RONCA, F., ARBIZA, H. and GRAVINA, A., 1997. Reproductive – phenological behaviour of "Nova" and "Clementina de Nules" mandarins in Uruguay. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 1052 – 1056.
11. BAIN, J.M., 1958. Morphological, anatomical y physiological changes in developing fruits of the "Valencia" orange (*Citrus sinensis* L. Osb.). *Austral J. Bot.*, 6: 1 – 24.

12. BECERRA ,S. and GUARDIOLA, J.L.,1984. Interrrelationship between flowering and fruiting in sweet orange, cultivar Navelina. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:190 – 194.
13. BELLOWS T.S.; MORSE J.G.; O' CONELL N.V. and FLAHERTY D.L., 1985. Citrus flower model may aid in timing pest controls. California Agriculture, marzo – abril p. 9 – 10.
14. BELLOWS T.S.; MORSE J.G., 1986. Modelling flower development in Navel oranges. Scientia Hortic., 30: 117 – 126.
15. BELLOWS T.S.; MORSE J.G. and LOVATT C.J., 1989. Modelling flower development in Citrus. Manipulation in fruiting / [Edited by] C.J. Wright. Boston; Butter Worths, 1989. p. 115 – 129. England.
16. BUBAN, T. and FAUST, M., 1979. Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. Horticultural Reviews 6: 174 – 203.
17. CAPINERA, J.K., DETLING, J.K., and PARTON, W.J., 1983. Assessment of range caterpillar (Lepidoptera: Saturniidae) effects with a grassland simulation model. Journal of Economic Entomology, 76: 1088 – 1094.
18. CARLSON, J.D., and HANCOCK, J.F., 1991. A methodology for determining suitable heat – unit requirements for harvest of highbush blueberry. Journal of American Society of Horticultural Science , 116 (5): 774 – 779.
19. CASSIN, J., ET AL., 1968. The influence of climate upon the blooming of citrus in tropical areas. International Citrus Symposium (1st : 1968 : Riverside, California), Riverside, California USA, University of California, Riverside. 1: 315-23
20. DAVEMPORT, T.L., 1986. Flowering of Thaiti lime. In Citrus short course: Citrus flowering, fruit set and development. March 26 –27. Edited by J.J. Ferguson. University Florida. 1986. pp 41 – 45.
21. DAVEMPORT, T. L.,1990. Citrus flowering. Horticultural Reviews. Portland,Oregon,TimberPress.12:349-408.

22. DEL RIVERO, J. M.; GOMEZ DE BARREDA, D., 1968. Improving fruit set in clementine mandarin with chemical treatments in Spain. *International Citrus Symposium (1st : 1968 : Riverside, California)*, Riverside, California USA, University of California, Riverside. 3: 1121-1124.
23. DE WIT, C.R., BROWWER, R. and PENNING DE VRIES, F., 1970. The simulation of photosynthetic systems. In *Prediction and Measurements of Photosynthetic Productivity*, PUDOC, Wageningen, pp. 47 – 70.
24. DUARTE, A.M.M., GUARDIOLA, J.L., 1997. Flowering and fruti set of "Fortune" hibrid mandarin. Effect of girdling and growth regulators. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 1069 – 1071.
25. DUNCAN, W.G., 1971. SIMCOT, a simulation of cotton growth and yield. In *Proceedings of Workshop on Tree Growth Dynamics and Modelling, Modelling the growth of trees* (eds C.E. Jr. Murphy, J.D. Hesketh and B.R. Strain), Duke University Press, Durham, North Carolina, USA, pp. 115 – 118.
26. ERICKSON, C.L. and BRANNAMAN, B.L.; 1960. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. *Proceeding of American Society of Horticultural Science* 75: 222 – 229.
27. ERNER, Y., 1988. Effects of girdling on the differentiation of inflorescence types and fruit in Shamouti oranges trees. *Israel J. Botany*, 37: 173 – 180.
28. ERNER, Y., 1989. Citrus fruit set: carbohydrate, hormone and leaf mineral relationships. In *Manipulation of fruiting*. C.J. Wright (ed) pp 233 – 242. Butterworths. London.
29. FICK, G.W., and LOOMIS, R.S., 1975. Simulation of sugar beet ecology from physiology information. In *Crop Physiology* (ed. L.T. Evans), Cambridge University Press, New York, pp. 259 – 295.
30. FURR, J. R., COOPER, W. C. et al., 1947. An investigation of flower formation in adult and juvenile citrus trees. *American Journal of Botany* 34: 1-8.
31. FURR, J. R. and ARMSTRONG, W. W., 1956. Flower induction in Marsh grapefruit n the Coachella Valley, California. *Proc Am Soc Hort Sci* 67: 176-82.

32. GARCÍA - LUIS, A., ALMELA, V. et al., 1986. Inhibition of flowering in vitro by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. *Physiologia Plantarum* 66: 515-20.
33. GARCÍA - LUIS, A., KANDUSER, M. et al., 1995. The influence of fruiting on the bud sprouting and flower induction responses to chilling in Citrus. *Journal of Horticultural Science* 70(5): 817-25.
34. GARCÍA - LUIS, A., KANDUSER, M., 1992. The characterization of the inductive effect of low temperature on flowering in Citrus. *Proceedings of the International Society of Citriculture, Acireale, Italy, 8-13 March, 1992.* 1994.1: 364-367.
35. GARCÍA - MARTINEZ, J.L. and GARCÍA - PAPI, M.A., 1979. Influence of gibberellic acid on early fruit development, diffusible growth substances and content of macronutrients in seed - less Clementine mandarin. *Scientia Horticulturae* 11: 337 - 347.
36. GILLASPY, G., BEN - DAVID, H., GRUISSEM, W., 1993. Fruits: a developmental perspective. *The Plant Cell*, 5: 1439 - 1451.
37. GOLDSCHIMIDT, E., ASCHKENAZI, N. et al., 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Horticulturae* 26: 159-66.
38. GOLDSCHIMIDT, E.E. and MONSELISE, S.P., 1972. Hormonal control of flowering in *Citrus* and some other woody perennials. In *International Conference of Plant Growth Substances*, (Spring Verlag, Berlin) Spring Verlag, D. J. Carr pp 758 - 766.
39. GOLDSCHIMIDT, E. y MONSELISE, S.P., 1977. Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2: 668 - 672.
40. GOLDSCHIMIDT, E., and GOLOMB, A., 1982. The carbohydrate balance of alternate - bearing Citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 107: 206 -208.
41. GOLDSCHIMIDT, E., ASCHKENAZI, N., HERZANO, Y., SCHAFFER, A. and MONSELISE, S.P., 1985. A role for carbohydrate levels in the control of the flowering in Citrus. *Scientia Horticulturae* 26: 159 -166.

42. GOREN, R., 1993. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in *Citrus*. Hort. Rev., 15: 145 – 182.
43. GUARDIOLA, J.; AGUSTÍ, M et al., 1977. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. International Citrus Congress (2nd : 1977: Orlando, Florida), Orlando, Florida USA, International Society of Citriculture.2: 696-699.
44. GUARDIOLA, J.; 1981. Flower initiation and development in citrus. Proceedings of the International Society of Citriculture, Tokyo, Japan.1: 242-246.
45. GUARDIOLA J., MONERRI, C., 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in citrus. Physiologia Plantarum 55: 136-42.
46. GUARDIOLA, J.; GARCÍA – MARI, F. and AGUSTÍ, M., 1984. Competition and fruit set in the Washington Navel orange. Physiology Plantarum 62: 297 – 302.
47. GUARDIOLA, J., 1992. Fruit set and growth. Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology, Bebedoruro, Brazil. August 10 – 13, 1992. p. 1 – 29.
48. GUR, A., 1985. Rosaceae – deciduous fruti trees. In Handbook of flowering, 1: 358 – 366.
49. GUTIERREZ, A., FALCON, L., LOEW, W., ET AL., 1975. An análisis of cotton production in California: A model for Acala cotton and the effects of defoliators on its yield. Environmental Entomology, 4: 125 – 136.
50. GRAVINA, A., ARBIZA, H., ARIAS, M. and RONCA, F., 1997. Estudio de la floración en el tangor “Ellendale” (*Citrus sinensis* L. Osb. X *Citrus reticulata* Bl.) y su relación con el cuajado de frutos y productividad. Agrociencia, I (1): 55 – 59.
51. GRAVINA, A., FERENCZI, A., BALBI, V., COELLI, V. y ARBIZA, H., 1998. Estudio sobre la aplicación del ácido 2,4 – diclorofenoxipropiónico en naranja “Valencia” (*Citrus sinensis* L. Osb.). I. Evaluación del crecimiento de frutos. Com. XXII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Mar de Plata, Argentina: 148 – 149.

52. GRAVINA, A., 1999. Ciclo fenológico – reproductivo en Citrus. Bases fisiológicas y manejo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 55 p.
53. GREENBERG, J. and GOLDSCHIMIDT, E.E. 1989. Acidifying agents, uptake, and physiological activity of gibberellin A₃ in Citrus. Horticultural Science 24: 791 – 793.
54. HAR – EVEN, E. and MONSELISE, S.P., 1959. A study on the drop of Shamouti oranges from fruit set to harvest. In: Proc. Fifth Intern. Congr. Med. Citriculture, Catania, Sicily, Cauiera de Commercio, Industria e Agriculituro, pp. 181 – 187.
55. HESKETH, J.D., BAKER, D.N., and DUNCAN, W.C., 1971. Simulation of growth and yield in cotton: Respiration and carbon balance. Crop Science, 11: 394 – 398.
56. HESKETH, J.D., BAKER, D.N., and DUNCAN, W.C., 1972. Simulation of growth and yield in cotton. II. Environmental control of morphologies. Crop Science, 12: 436 – 439.
57. HIELD, H.Z.; COGGINS JR. C.W.; and GARBER, M.J., 1965. Effects of gibberelin sprays on fruit set of Washington Navel orange trees. Hilgardia 36 (6): 297 – 311.
58. HILGEMAN, R. H. and SHARP, F. O., 1970. Response of 'Valencia' Orange Trees to Four Soil Water Schedules During 20 Years. Journal of the American Society for Horticultural Science 95 (6): 739 – 745.
59. JAHN, O., 1973. Inflorescences types and fruiting patterns in Hamlin and Valencia oranges and Marsh grapefruit. American Journal of Botany 60: 663 – 670.
60. KHAIRI, M.M.A. and HALL, A.E., 1976. Effects of air and soil temperatures on vegetative growth of citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101: 337 – 341.
61. KOO, R. C. I. Y REESES, R.L., 1977. Influence of nitrogen, potassium and irrigation in citrus quality. Proceedings of the International Society of Citriculture 1: 34 – 38.
62. KRAJEWSKI, A.J., and RABE, E., 1995. Citrus flowering: a critical evaluation. Journal of Horticultural Science, 70: 357 – 374.

63. KREZDORN, A. and COHEN, M., 1962. The influence of chemical fruit set sprays on yield and quality of fruits. Proc. Fla. State Hortic. Soc., 75: 53 – 60.
64. KREZDORN, A. and JERNBER, D. C., 1977. Field evaluation of growth regulators for fruit set. International Citrus Congress (2nd : 1977 : Orlando, Florida), , International Society of Citriculture. 2: 660-663
65. KREZDORN, A., 1986. Citrus flowering and fruit set. In: Ferguson, J. Citrus short course. Florida, United State. Pp. 1 – 14.
66. LANG, A., 1964. Physiology of flower initiation. In: W. Ruhland, Ed. Encycl. Plant. Physiol. 15/1: 1380 – 1536.
67. LOMAS, J., GAT, Z., and SHIFRIN, B., 1970. Methods of forecasting the ripening dates of citrus fruit in various regions of Israel. Agric. Meteorol., 7: 321 – 327.
68. LORD, F.M. and ECKARD, K.J., 1985. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). I. Floral and Inflorescence ontogeny. Botanical Gazette. 146 (3): 320 – 326.
69. LORD, F.M. and ECKARD, K.J., 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA3 treatment. Botanical Gazette. 148 (1): 17 – 22.
70. LOMAS, J. and BURD, P., 1983. Prediction of the commencement and duration of the flowering period of citrus. In Agricultural Meteorology 28 (4): 387 – 396. (Original no consultado compendiado en Horticultural Abstracts 53 (8): 6200)
71. LOVATT, C.J., and STREETER, S.M., 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, cv. "Washington Navel Orange". Proceedings of the International Society of Citriculture. Vol. 1: 186 – 190.
72. LOVATT, C.J., ZHENG, Y. and HAKE, K.D., 1988. A new look at the Kraus – Kraybill hypothesis and flowering in *Citrus*. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress Tel Aviv, Israel, March 6 – 11, 1988. p. 475 – 483.

73. MONSELISE, S.P. and GOREN, R., 1979. Flowering and fruiting interactions of exogenous and internal factors. Proceedings First International Citrus Symposium, vol. 3.
74. MONSELISE, S. P., GOLDSCHIMIDT, E. E. et al., 1981. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proceedings of the International Society of Citriculture, Tokyo, Japan.1: 239-242.
75. MONSELISE, S. and GOLDSCHIMIDT, E., 1982. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proc. Int. Soc. Citriculturae. 1: 239 – 242.
76. MONSELISE, S.P., 1985. Citrus related genera. In Handbook of Flowering, 2: 275 – 294.
77. MOSS, G.I., 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck), Journal Horticultural Science 44: 311 – 320.
78. MOSS, G.I., STEER, B.T. and KRIEDEMANN, P.E., 1972. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit – setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). Physiology Plantarum 27: 432 – 438.
79. MOSS, G.I., 1973. Major factors influencing flower formation and subsequent fruit-set of sweet orange. Congreso Mundial de Citricultura 1st : 1973 : Murcia and Valencia, Spain, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. 2: 215-222.
80. MOSS, G.I., 1976. Temperature effects of flower initiation in sweet orange (*Citrus sinensis*). Aust J Agric Res 27: 399-407.
81. MOSS, G.I., BEVINGTON, K. B. et al. (1977). Methods to control alternate cropping of 'Valencia' orange trees in Australia. International Citrus Congress (2nd : 1977 : Orlando, Florida), Orlando, Florida USA, International Society of Citriculture.2: 704-708.
82. OSLUND, C. R. and DAVENPORT, T. L. 1987. Seasonal enhancement of flower development in 'Tahiti' limes by marcottage. Hortscience 22(3): 498-501.
83. POERWANTO, R.; INOUE, H.; IKOMA, Y. and KATAOKA, I., 1989. Effects of air and soil temperature on growth and flower bud differentiation of Satsuma mandarin trees. Journal of the Japan Society of Horticultural Science 58 (2): 275 – 281.

84. POERWANTO, B.R., and INOUE, H., 1990. Effects of air and Soil temperatures on flower development and morphology of Satsuma mandarin. *Journal of Horticultural science* 65: 739 –745.
85. PRIMO – MILLO, E., 1995. Factores que determinan el cuajado en frutos cítricos. *Levante agrícola*, 259 – 260: 91 – 99.
86. RANDHAWA, G.S. and DINSA, H.S., 1947. Time of blossom – bud differentiation in Citrus. *Proceeding of the American Society Horticultural Science* 50: 165 – 171.
87. REUTHER, W., 1967. *The citrus industry*. University of California. V. 1.
88. REUTHER, W., NAUER, E. M. and SUMMERS, L., 1973. Effects of seasonal temperature regimes on development and maturation of citrus fruits. *Congreso Mundial de Citricultura 1st : 1973 : Murcia and Valencia, Spain, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura*. 3: 63-71.
89. SAGEE, O. and ERNER, Y., 1991. Gibberellic and abscisic acid contents during flowering and fruit set of the “Shamouti” orange. *Scient. Hortic.*, 48: 29 – 39.
90. SNYDER, R.L., 1985. Hand calculating degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 35: 353 – 358.
91. SHOEMAKER, C.A., 1979. Optimal management of alfalfa ecosystem. In *Pest Management* (eds G. A. Norton and C. S. Holling), Pergamon Press, New York, pp. 301 – 315.
92. SPIEGEL – ROY, P., and GOLDSCHIMIDT, E.E., 1996. *Biology of Citrus*. Cambridge University Press. 230 p.
93. TALÓN, M., 1997. Regulación del Cuajado del Fruto en Cítricos: Evidencias y Conceptos. *Levante Agrícola* 1er. Trimestre p. 27 – 37.
94. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. COMISIÓN HONORARIA DEL PLAN CITRÍCOLA. 1997. *Censo nacional Citrícola 1996*. Montevideo. 100p. (Anuario 1998)
95. WANG, Y., GUTIERREZ, A., OSTER, G. and DAXI, R., 1977. A population model for plant

96. WESTWOOD, N., 1982. Fruticultura de climas templados. Madrid, Ediciones Mundi – Prensa. 457p.
97. WIEGAND, C. and SWANSON, W., 1982. Citrus responses to irrigation: III tree trunk and canopy growth. Journal Rio Grande Valley Horticultural Society 35: 97 – 107.
98. ZUCONI, F.; MOSELISE, S.P. and GOREN, R., 1978. Growth – abscission relationships in developing orange fruit. Scientia Horticulturae 9:137 – 146.

ANEXO

Cuadro n°1: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS GRADOS – DÍA
ACUMULADOS

La sumatoria de los Grados – Día de toda la serie tiene un dato por lugar y por posición

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>
Planta	1	3297.31	3297.312	4.31	0.0677
Posición	9	67132.22	7459.136	9.75	0.0011
Error	9	6887.80	765.311		
No Aditividad	1	2860.27	2860.266	5.68	0.0443
Residual	8	4027.53	503.441		
Total	19	77317.33			

Coefficiente de Variación: 5.34%

Cuadro n°2: ANÁLISIS DE TEMPERATURAS: MINIMA

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Modelo	19	132.47590746	6.97241618	0.29	0.9989
Error	1637	39631.04890437	24.20955950		
Total Corregido	1656	39763.52481183			

R²: 0.003332

Coefficiente de Variación: 52.04572%

Media Mínima: 9.45384430

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Posición	9	87.75121598	9.75013511	0.40	0.9341
Bloque	1	8.68775825	8.68775825	0.36	0.5492
Bloque * Posición	9	36.03693324	4.00410369	0.17	0.9972

Cuadro n°3: ANÁLISIS DE TEMPERATURAS: MÁXIMA

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Modelo	19	3888.52937199	204.65944063	5.90	0.0001
Error	1637	56775.15568534	34.68244086		
Total Corregido	1656	60663.68505734			

R²: 0.064100

Coefficiente de Variación: 24.59812%

Media Máxima: 23.9415812

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Posición	9	3275.17313043	363.90812560	10.49	0.0001
Bloque	1	240.88188477	240.88188477	6.95	0.0085
Bloque * Posición	9	372.47435679	41.38603964	1.19	0.2949

Cuadro n°4: ANÁLISIS DE LOS GRADOS – DÍA NO ACUMULADOS

En este análisis se compara la serie de los valores diarios.

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Modelo	19	665.87101091	35.04584268	4.08	0.0001
Error	1637	14069.97421540	8.59497509		
Total Corregido	1656	14735.84522631			

R²: 0.045187

Coefficiente de Variación: 55.87663%

Media Grados – Día no Acumulados: 5.24677127

<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Media de Cuadrados</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Prob. > F</i>
Posición	9	563.58123190	62.62013688	7.29	0.0001
Bloque	1	28.14649302	28.14649302	3.27	0.0705
Bloque * Posición	9	74.14328600	8.23814289	0.96	0.4729

ANÁLISIS DE VARIANZA (PLENA FLOR)

Cuadro n°5: Análisis de Varianza del Número de Flores Solitarias/100 Nudos

<i>Valor de K</i>	<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados de la Media</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>
1	Repetición	4	1.405	0.351	2.6713	0.1822
2	Factor A	1	1.856	1.856	14.1130	0.0198
-3	Error	4	0.526	0.132		
4	Factor B	9	2.648	0.294	1.0541	0.4069
6	AB	9	2.144	0.238	0.8535	
7	Error	72	20.097	0.279		
	Total	99	28.676			

Coefficiente de Variación: 57.61%

Cuadro n°6: Análisis de Varianza del Número de Ramilletes sin Hojas/100 Nudos

<i>Valor de K</i>	<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados de la Media</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>
1	Repetición	4	45.349	11.337	0.4246	
2	Factor A	1	6.483	6.483	0.2428	
-3	Error	4	26.807	26.702		
4	Factor B	9	114.338	12.704	1.3664	0.2195
6	AB	9	45.109	5.012	0.5391	
7	Error	72	669.436	9.298		
	Total	99	987.522			

Coefficiente de Variación: 49.00%

Cuadro n°7: Análisis de Varianza de las Flores Terminales/100 Nudos

<i>Valor de K</i>	<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados de la Media</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>
1	Repetición	4	0.375	0.094	1.1004	0.4642
2	Factor A	1	0.056	0.056	0.6558	
-3	Error	4	0.341	0.085		
4	Factor B	9	0.555	0.062	0.9161	
6	AB	9	0.398	0.044	0.6570	
7	Error	72	4.847	0.067		
Total		99	6.572			

Coeficiente de Variación: 40.81%

Cuadro n°8: Análisis de Varianza del Número de ramilletes con Hojas/100 Nudos

<i>Valor de K</i>	<i>Fuente</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados de la Media</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>
1	Repetición	4	31.495	7.874	2.9429	0.1603
2	Factor A	1	2.251	2.251	0.8415	
-3	Error	4	10.702	2.675		
4	Factor B	9	57.240	6.360	1.4003	0.2042
6	AB	9	35.319	3.924	0.8640	
7	Error	72	327.025	4.542		
Total		99	464.032			

Coeficiente de Variación: 98.86%

Cuadro n°9: Análisis de Varianza del Número de Flores Totales/100 Nudos

Valor de K	Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados de la Media	Valor de F	Probabilidad
1	Repetición	4	28.708	7.177	0.4682	
2	Factor A	1	6.588	6.588	0.4297	
-3	Error	4	61.320	15.330		
4	Factor B	9	91.503	10.167	1.3729	0.2165
6	AB	9	46.739	5.193	0.7013	
7	Error	72	533.205	7.406		
Total		99	768.064			

Coefficiente de Variación: 38.17%

Cuadro n°10: Análisis del Número de Brotes/100 Nudos

Valor de K	Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados de la Media	Valor de F	Probabilidad
1	Repetición	4	4.166	1.041	1.7952	0.2924
2	Factor A	1	0.025	0.025	0.0438	
-3	Error	4	2.320	0.580		
4	Factor B	9	4.941	0.549	0.8388	
6	AB	9	3.452	0.384	0.5861	
7	Error	72	47.122	0.654		
Total		99	62.027			

Coefficiente de Variación: 78.29%

Cuadro n°11: Análisis de Varianza del % de Flores sin Hojas

Valor de K	Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados de la Media	Valor de F	Probabilidad
1	Repetición	4	0.041	0.010	0.9845	
2	Factor A	1	0.000	0.000	0.0140	
-3	Error	4	0.042	0.010		
4	Factor B	9	0.096	0.011	1.6288	0.1233
6	AB	9	0.030	0.003	0.5135	
7	Error	72	0.469	0.007		
Total		99	0.678			

Coefficiente de Variación: 10.77%

Cuadro n°12: Análisis de Varianza del % de Flores con Hojas

Valor de K	Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados de la Media	Valor de F	Probabilidad
1	Repetición	4	0.055	0.014	1.6132	0.3272
2	Factor A	1	0.001	0.001	0.12874	
-3	Error	4	0.034	0.009		
4	Factor B	9	0.065	0.007	1.2874	0.2588
6	AB	9	0.037	0.004	0.7292	
7	Error	72	0.405	0.006		
Total		99	0.597			

Coefficiente de Variación: 11.98%

Cuadro n°13: Grados-día acumulados calculados de las plantas en secano

<i>Grados Día Fecha</i>	<i>E Abajo 1</i>	<i>E Medio 2</i>	<i>E arriba 3</i>	<i>Superior 4</i>	<i>O Arriba 5</i>	<i>O Medio 6</i>	<i>O Abajo 7</i>	<i>Centro 8</i>	<i>N Medio 9</i>	<i>S Medio 10</i>
4/08/99	69,8	77,2	78,3	103,5	82,6	97,5	94,4	74,7	96,4	75,6
5/08/99	79,7	87,7	89,1	119,4	95,1	113,0	109,2	85,9	111,1	86,6
10/08/99	91,5	104,1	105,0	142,1	111,0	135,4	128,2	99,2	132,7	100,1
12/08/99	102,3	115,5	117,3	156,6	124,3	152,6	141,7	111,2	147,5	111,9
16/08/99	102,3	116,8	117,7	159,1	124,9	155,9	142,9	111,2	150,5	111,9
18/08/99	107,5	123,4	123,7	166,7	132,5	165,6	150,3	116,8	159,4	117,7
20/08/99	123,2	140,3	140,1	185,3	151,5	187,3	169,0	132,8	179,7	134,9
23/08/99	133,9	153,3	151,8	199,9	166,1	205,3	183,2	143,9	196,5	147,0
27/08/99	142,4	164,7	161,7	214,8	180,3	223,4	196,6	153,1	213,4	156,7
30/08/99	159,4	183,8	181,3	239,0	202,9	247,9	217,6	170,7	237,7	174,6
1/09/99	170,0	194,1	192,6	250,9	214,5	261,5	229,4	181,4	250,4	186,1
3/09/99	178,5	203,0	200,5	260,1	224,0	271,7	239,3	193,7	261,3	194,8
6/09/99	192,9	220,5	215,1	275,2	237,9	285,7	253,8	204,9	278,6	209,7
8/09/99	199,9	230,1	222,8	281,6	248,5	298,4	263,5	214,4	292,2	218,0
10/09/99	204,3	237,7	227,8	287,2	256,8	310,4	271,7	219,3	303,1	222,9
13/09/99	217,0	251,2	241,0	300,5	274,6	332,7	287,9	230,9	324,5	234,5
15/09/99	223,8	261,6	248,8	307,6	283,9	348,2	298,4	237,9	336,9	242,0
16/09/99	230,8	270,0	256,3	315,2	293,0	359,8	307,9	245,0	346,3	248,3
20/09/99	257,2	298,3	284,1	347,0	326,0	398,5	340,5	272,2	381,6	276,9
24/09/99	281,6	323,5	308,9	374,5	350,6	434,7	370,5	297,4	412,5	303,7
27/09/99	293,4	335,9	321,7	386,5	364,2	449,7	382,3	308,7	426,0	316,2
29/09/99	302,7	346,0	331,4	397,0	381,8	466,6	394,7	318,6	439,1	328,7
4/10/99	310,9	356,4	339,9	407,5	404,9	486,6	406,4	327,6	454,9	336,6
6/10/99	315,2	361,2	344,5	413,1	410,6	493,5	412,0	332,1	461,2	341,3
8/10/99	323,4	371,0	353,4	423,9	421,4	506,6	422,6	340,6	473,5	350,6
11/10/99	337,3	386,8	368,5	441,9	439,8	528,7	440,6	355,1	493,8	366,2
15/10/99	364,8	417,0	397,6	473,4	473,6	565,0	471,4	382,4	528,3	393,7
18/10/99	385,1	440,5	423,3	495,1	506,8	597,8	493,6	403,6	553,9	409,6
20/10/99	404,0	461,8	445,4	514,6	534,7	624,6	515,3	422,8	577,0	425,4
22/10/99	420,7	480,5	463,1	531,2	557,4	645,5	533,0	439,2	596,5	441,5
25/10/99	440,3	500,2	482,1	549,9	579,7	667,1	553,0	458,1	617,3	461,7

Cuadro n°14: Grados día acumulados de las plantas bajo riego

Grados Día Fecha	E Abajo 11	E Medio 12	E arriba 13	Superior 14	O Arriba 15	O Medio 16	O Abajo 17	Centro 18	N Medio 19	S Medio 20
5/08/99	70,5	78,9	77,7	86,5	92,5	94,3	101,9	72,4	84,0	70,0
10/08/99	80,5	89,7	88,9	99,3	107,0	109,5	118,5	83,5	97,0	80,36
12/08/99	92,7	104,5	102,7	113,2	127,1	127,5	140,1	96,2	114,1	92,6
16/08/99	103,8	116,3	114,9	125,3	141,8	140,2	156,2	107,9	127,7	104
18/08/99	103,9	116,3	114,9	125,3	143,9	140,3	158,4	107,9	128,2	104
20/08/99	109,1	122,9	120,9	132,9	151,5	150,0	165,8	113,5	137,2	109,8
23/08/99	124,8	139,7	137,3	151,4	170,5	171,8	184,6	129,5	157,4	127
27/08/99	135,4	152,7	149,0	166,0	185,1	189,7	198,7	140,6	174,2	139,1
30/08/99	144,0	163,9	159,1	175,6	200,2	205,4	212,7	150,1	189,4	148,6
1/09/99	160,9	181,9	177,2	188,1	223,2	224,4	236,0	167,5	209,3	165,6
3/09/99	171,7	192,5	188,2	199,1	234,9	235,3	248,2	178,1	220,1	175,8
6/09/99	187,3	201,9	197,0	207,8	244,2	243,8	257,5	186,2	228,8	183,9
8/09/99	202,1	224,7	212,7	221,7	258,7	257,4	271,8	199,6	242,6	197,6
10/09/99	209,7	236,9	218,0	229,7	265,4	266,0	281,5	207,1	252,3	205
13/09/99	221,6	244,9	223,0	235,3	273,7	271,8	289,7	212,0	263,6	209,4
15/09/99	235,6	257,3	240,5	248,6	291,5	286,2	306,0	224,8	279,4	222,4
16/09/99	235,6	269,0	247,7	255,7	300,8	293,9	316,5	231,8	290,3	229,5
20/09/99	249,3	275,1	255,2	263,3	309,9	301,3	325,9	238,9	299,8	235,8
24/09/99	275,1	304,8	282,5	294,7	342,3	339,5	358,1	265,5	335,2	264,3
27/09/99	299,4	329,8	307,7	322,2	372,8	371,5	388,0	290,4	365,3	290
29/09/99	311,0	342,3	319,9	333,9	385,6	384,1	401,2	301,9	377,7	301,6
4/10/99	319,6	352,3	329,4	343,7	398,1	395,2	413,5	311,1	388,7	310,9
6/10/99	327,3	363,1	338,2	353,0	411,1	407,4	426,6	319,7	399,2	319,5
8/10/99	331,6	368,0	342,8	358,5	416,8	414,3	432,2	324,1	405,5	324,3
11/10/99	339,8	377,7	351,7	369,4	427,6	427,4	442,8	332,6	417,8	333,6
15/10/99	353,7	393,6	366,8	387,3	446,0	449,6	460,8	347,2	438,1	349,1
18/10/99	380,5	422,9	395,2	418,4	477,4	484,6	491,9	374,2	471,6	377,9
20/10/99	400,0	442,2	415,8	438,5	499,9	505,8	513,5	394,1	492,6	397,8
22/10/99	417,8	460,5	435,4	457,2	521,5	526,8	535,3	412,5	512,0	416,3
25/10/99	433,1	475,8	453,0	472,8	538,6	543,8	553,3	428,0	528,9	431,8
	452,6	495,0	472,8	492,0	558,3	562,8	573,4	446,7	548,4	450,7

Cuadro n° 15: Grados-día acumulados para riego y secano.

<i>Fecha</i>	<i>Secano</i>	<i>Riego</i>
5/08/99	97,7	95,4
10/08/99	114,9	111,1
12/08/99	128,1	123,8
16/08/99	129,3	124,3
18/08/99	136,4	131,4
20/08/99	154,4	149,4
23/08/99	168,1	163,1
27/08/99	180,7	174,9
30/08/99	201,5	193,4
1/09/99	213,1	204,4
3/09/99	222,7	213,8
6/09/99	237,4	228,9
8/09/99	246,9	237,2
10/09/99	254,1	244,5
13/09/99	269,5	259,2
15/09/99	278,9	267,1
16/09/99	287,3	275,4
20/09/99	318,2	306,2
24/09/99	345,8	333,7
27/09/99	358,5	345,9
29/09/99	370,7	356,3
4/10/99	383,2	366,5
6/10/99	388,5	371,8
8/10/99	398,7	382,0
11/10/99	415,9	399,2
15/10/99	446,7	429,5
18/10/99	470,9	450,0
20/10/99	492,6	469,5
22/10/99	510,9	485,9
25/10/99	530,9	505,3