

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**RELACIONES FRUCTIFICACION-FLORACION EN NARANJA 'VALENCIA'
[CITRUS SINENSIS (L.) OSB.]**

por

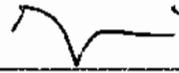
Fernando RIVAS GRELA

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2001**

Tesis aprobada por:

Director: Alfredo Gravina Telechea



Nombre completo y firma

Héctor Arbiza Paiva



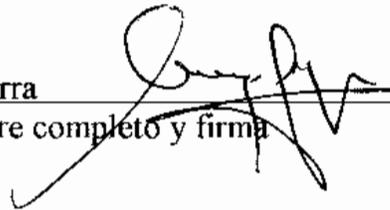
Nombre completo y firma

Mercedes Arias Sibillotte



Nombre completo y firma

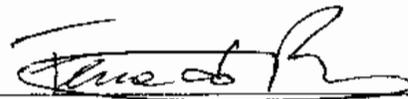
Enrique Supino Bagnarra



Nombre completo y firma

Fecha: 4 de abril del 2001

Autor: Carlos Fernando Rivas Grela



Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de Fisiología de Citrus de Facultad de Agronomía por su ayuda para la concreción del trabajo.

A mis Padres quienes con su apoyo y educación permitieron que me desarrollara como persona y me estimularon durante el transcurso de la carrera. A mis hermanos por acompañarme durante mis estudios.

Dedicado especialmente en memoria de una gran persona, mi abuelo, Manuel Alberto Grela, 'El Toto'.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. <u>ASPECTOS GENERALES SOBRE LA FLORACION EN LOS CITRICOS</u> ...3	3
2.1.1. <u>Inducción, evocación y diferenciación floral</u>	3
2.1.2. <u>Brotación-Floración</u>	4
2.1.3. <u>Relaciones floración-fructificación</u>	5
2.1.3.1. <u>Relación Floración-Cuajado</u>	6
2.1.3.2. <u>Relación Floración-Tamaño de fruto</u>	8
2.1.4. <u>Problemas reproductivos asociados a la floración</u>	9
2.1.4.1. <u>El fenómeno de Alternancia</u>	9
2.1.4.2. <u>El fenómeno de Improductividad</u>	10
2.2. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA FLORACION</u>	10
2.2.1. <u>Factores exógenos</u>	11
2.2.1.1. <u>Efecto de las bajas temperaturas</u>	11
2.2.1.2. <u>Efecto del estrés hídrico</u>	14
2.2.1.3. <u>Incidencia del Fotoperíodo</u>	16
2.2.2. <u>Factores endógenos</u>	16
2.2.2.1. <u>Relación Carbohidratos-Floración</u>	16
2.2.2.2. <u>Relación GA₃-Floración</u>	18
2.2.2.3. <u>Relación NH₃-NH₄⁺-Poliaminas y Floración</u>	21
2.2.2.4. <u>Presencia de frutos</u>	24
2.2.2.4.1. <u>Carga de fruta</u>	24
2.2.2.4.2. <u>Epoca de cosecha</u>	26
2.3. <u>CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD DE NARANJO DULCE</u> <u>'VALENCIA'</u>	27
2.3.1. <u>Origen</u>	27
2.3.2. <u>Valor comercial</u>	28
2.3.3. <u>Fenología</u>	28
2.3.3.1. <u>Desarrollo vegetativo y floración</u>	28
2.3.3.2. <u>Maduración del fruto</u>	29
2.3.4. <u>Comportamiento productivo</u>	30
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	31
4. <u>RESULTADOS</u>	32

4.1. ZONA NORTE-DEPARTAMENTO DE PAYSANDU.....	32
4.1.1. <u>Estudio de la relación N° de Frutos – Rendimiento</u>	33
4.1.2. <u>Estudio de la relación N° de Frutos – Intensidad de Floración</u>	33
4.1.3. <u>Relación entre N° de Frutos cosechados y características de la brotación</u>	34
4.1.3.1. Relación N° de Frutos - % Brotación.....	34
4.1.3.2. Relación N° de Frutos - % de Brotes Vegetativos.....	35
4.1.3.3. Relación N° de Frutos - % de Brotes Mixtos.....	35
4.1.3.4. Relación N° de Frutos - % de Inflorescencias.....	37
4.1.3.6. Relación N° de Frutos - %F.T y %F.S.	37
4.1.4. <u>Estudio de la relación Rendimiento – Intensidad de Floración</u>	39
4.1.5. <u>Estudio de la relación Rendimiento – Parámetros de Brotación</u>	40
4.1.6. <u>Relación Intensidad de Floración – Parámetros de Brotación</u>	40
4.1.6.1. Relación % Brotación - Intensidad de Floración.....	40
4.1.6.2. Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos.....	41
4.1.6.3. Relación Intensidad de Floración - % de Flores Solitarias.....	42
4.1.6.4. Relación Intensidad de Floración - % de Inflorescencias.....	42
4.1.6.5. Relación Intensidad de Floración - % Brotes Mixtos.....	42
4.1.6.6. Relación Intensidad de Floración - %F.T.....	44
4.1.7. <u>Interrelación entre Tipos de Brotes</u>	44
4.2. ZONA SUR - DEPARTAMENTO DE SAN JOSE.....	48
4.2.1. <u>Estudio de la relación N° de Frutos – Rendimiento</u>	49
4.2.2. <u>Relación N° de Frutos – Intensidad de Floración</u>	49
4.2.3. <u>Relación N° de Frutos - Parámetros de Brotación</u>	50
4.2.4. <u>Relación Rendimiento – Parámetros de Brotación e</u> <u>Intensidad de Floración</u>	52
4.2.5. <u>Relación Intensidad de Floración – Parámetros de Brotación</u>	52
4.2.5.1. Relación Intensidad de Floración - % de Brotación.....	52
4.2.5.2. Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos.....	53
4.2.5.3. Relación Intensidad de Floración - % de Inflorescencias.....	53
4.2.5.4. Relación Intensidad de Floración - % F.T., %F.S., %B.M.....	54
4.2.6. <u>Interrelación entre Parámetros de Brotación</u>	55
5. <u>DISCUSION</u>	57
5.1. Relación Número de frutos y Rendimiento.....	57
5.2. Influencia del fruto sobre la intensidad de floración.....	57
5.3. Parámetros de Brotación y Características de la floración.....	59
5.3.1. <u>Zona Norte</u>	59
5.3.2. <u>Zona Sur</u>	59
6. <u>RESUMEN</u>	61
7. <u>SUMMARY</u>	62
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	63

INTRODUCCION

La importancia del entendimiento del mecanismo de floración de los citrus, y de las angiospermas en general, es fundamental ya que es la primera etapa del proceso reproductivo. Una clara comprensión del proceso de floración llevará a un mayor control de la eficiencia productiva (Davenport 1990).

La floración es una etapa regulada por múltiples factores tanto endógenos, como exógenos que se combinan para dar lugar al primer paso del proceso de fructificación

Uno de los factores que ejercen mayor control sobre la calidad y cantidad de flores al momento de producirse el fenómeno de floración es la cuantía de la cosecha anterior. El fruto ejerce un efecto inhibitorio directo sobre el fenómeno de inducción floral a través de la modificación del balance hormonal (niveles endógenos de giberelinas) de la planta. También, siendo el principal sumidero de carbohidratos, produce un agotamiento y disminución de las reservas de fotoasimilados para el siguiente ciclo productivo.

La floración y la fructificación están por tanto interrelacionados y un equilibrio entre ellos es necesario para la obtención de altos rendimientos y de manera constante (Becerra and Guardiola 1984). Es así entonces que dos ciclos productivos están ligados, y por tanto, grandes desequilibrios productivos en un año influirán en el comportamiento siguiente.

La alternancia es un fenómeno tan conocido como indeseable dentro de los predios citrícolas, generándose alteraciones en la fenología reproductiva dentro de las parcelas que hacen que, el manejo y la calidad de la cosecha se vean influenciadas negativamente. Los frutos procedentes de años de baja carga (año 'off') son grandes y generalmente de baja calidad, mientras que aquellos provenientes de altas cargas de fruta (año 'on') son excesivamente pequeños (Moss 1971).

En este fenómeno lo que ocurre es que en un año con alta carga, los niveles de carbohidratos de reserva disminuyen debido a la gran demanda por nutrientes de los frutos en desarrollo, no permitiendo que exista un adecuado nivel de reservas para utilizar en la temporada siguiente, disminuyendo el porcentaje de brotación y el número de flores formadas. Con las giberelinas ocurre que, durante un año 'on', se registran niveles endógenos altos de esta hormona ya que es el fruto el principal órgano de síntesis. Por lo tanto, en los años de alta carga, se produce una fuerte inhibición de la floración debido a estos altos niveles hormonales (Guardiola 1992).

Existen variedades que fácilmente tienden a producir de forma alternante mientras que en otras el fenómeno no es tan evidente. Dentro de las variedades

alternantes las variedades con semilla parecen ser en las que este proceso es más acentuado.

La variedad de naranja 'Valencia' [*Citrus sinensis*, (L.) Osbeck] es una de las más importante en nuestro territorio representando el 56,2 % de las variedades de naranja plantadas (Censo Nacional Citrícola 1996). Es una variedad que, en nuestro país puede entrar en alternancia y que tiene además problemas para la exportación debido a que sus calibres muchas veces alcanzan a los exigidos por los mercados de mayor poder adquisitivo (CEE).

En el siguiente trabajo se evalúan los parámetros de brotación y la densidad de floración a medida que varía la carga de fruta y rendimiento en árboles adultos de naranja Valencia en 2 zonas del país, y se intenta determinar el nivel máximo de frutos que asegure un nivel de flores tal que permitan llevar adelante un ciclo productivo normal.

REVISION BIBLIOGRAFICA

1) Aspectos generales sobre la floración en los Cítricos.

En las condiciones de Uruguay, al igual que en otras zonas subtropicales, las especies pertenecientes al género Citrus, presentan de una a tres brotaciones en su ciclo anual. La más importante, en la cual se establece la producción, es la de primavera, las brotaciones de verano y otoño, a pesar de ser cuantitativamente menos importantes, generan nuevos puntos de crecimiento y fructificación para la siguiente estación (Krajewski and Rabe, 1995; Gravina, 1999).

El número de brotaciones y su importancia están determinadas por las características del cultivar, la carga de fruta y el clima (Guardiola, 1997). Su intensidad y características están relacionadas con factores endógenos y así la cuantía de la cosecha y la época de recolección son algunos de los factores que las determinan (Agustí y Almela 1991).

Cuando crecen bajo condiciones subtropicales, las especies de Citrus florecen principalmente en la primavera siguiente a un periodo de reposo invernal, de forma similar a como lo hacen los frutales de hoja caduca (García-Luis et. al., 1992a). Durante el reposo invernal no es posible el reconocimiento a nivel de las yemas, de primordios florales. Los signos más tempranos de la morfogénesis floral son detectables en los estadios tempranos de la brotación.

1.1) Inducción, evocación y diferenciación floral.

Previo a la formación de las flores, las yemas de los cítricos, al igual que en frutales de hoja caduca deben pasar por una serie de eventos, regulado por factores tanto endógenos como exógenos.

Metzger (1987), citado por Krajewski and Rabe (1995), propone que la transición de la yema a flor ocurre en 3 etapas que llama: inducción, evocación e iniciación; donde intervienen en todo el proceso factores genéticos, fitohormonas, enzimas, factores promotores e inhibidores, sitios receptores y varias condiciones ambientales.

La **inducción** es definida como el evento que dispara el proceso que concede a la planta la capacidad de florecer (Bernier 1985, citado por Krajewski and Rabe 1995). Davenport (1990) define al proceso de inducción como el mecanismo de activación o desrepresión de cada yema, que interactuando con las condiciones ambientales y

factores endógenos, lleva a las células meristemáticas a sintetizar estructuras específicas, tales como inflorescencias o brotes vegetativos.

La **evocación** es definida como los procesos que ocurren en el ápice, esenciales para la formación del primordio floral (Metzger 1987, citado por Krajewski and Rabe 1995).

La **iniciación** se caracteriza porque las yemas evocadas se comienzan a reconocer como yemas florales y de ese modo se destinan hacia un desarrollo reproductivo (Krajewski and Rabe 1995). Estos investigadores afirman que a diferencia de los frutales de hoja caduca, en los cuales la inducción y diferenciación floral se realizan previo al receso invernal, en los Citrus la diferenciación floral no ocurre hasta el comienzo de la brotación. Guardiola (1981) menciona que ningún signo morfológico de diferenciación puede ser detectado en las yemas hasta la brotación. Sauer (1951), citado por Lord and Eckard (1987), señala que antes de que las yemas entren en dormancia puede predecirse su destino potencial: aquellos brotes con hojas grandes, muchos nudos y espinas tienden a producir brotes vegetativos, mientras que aquellos con hojas pequeñas, pocos nudos y sin espinas darán origen a botones florales. Afirman que existe una correlación negativa entre el largo del brote y la floración.

Randhawa et. al. (1947) realizando estudios microscópicos definen una fase de prediferenciación que se caracteriza por el aplanamiento del domo, siendo la primer evidencia de diferenciación floral. Lord and Eckard (1985) ratifican los estudios anteriores y observan que el ápice meristemático sufre un pasaje de una forma cónica a una aplanada al comienzo de la diferenciación de sépalos. Una vez que los sépalos comienzan a diferenciarse no se puede revertir el proceso de formación de la flor, inclusive ni con la aplicación de giberelinas (Lord and Eckard 1987). Posteriormente, con la iniciación de los estambres, se recupera la forma cónica y se vuelve a aplanar con la iniciación de los carpelos.

Ayalon and Monselise (1960) trabajando con naranjo 'Shamouti' ubican cronológicamente a la fase de prediferenciación a fines de Enero (H.N).

1.2) Brotación-Floración

En términos generales, el inicio de la brotación en nuestro país ocurre a fines del mes de agosto, con dos semanas de adelanto en la zona norte, con respecto a la zona sur (Gravina, 1999).

Para las condiciones de California, Lord and Eckard (1985) observan que el inicio de la misma, en naranjo 'Washington' navel, se da a mediados de Febrero produciéndose la antesis dos meses más tarde.

La mayor parte de la brotación de primavera, cuya importancia es obvia al ser la que desarrolla flores útiles (excepción hecha en limonero), se origina sobre ramas

desarrolladas del año anterior; ocasionalmente existe desarrollo de yemas adventicias de mayor edad. Cada nudo cuando brota, puede desarrollar uno o más brotes, en correspondencia con su propia estructura en la que son visibles varias yemas (Agustí y Almela 1991).

Al producirse la brotación, los citrus generan diferentes tipos de brotes que se pueden clasificar en 5 tipos según Moss (1969): vegetativos, mixtos uniflorales, mixtos multiflorales, inflorescencias sin hojas y flores solitarias.

Lovatt et. al. (1984) observa que las yemas florales que originan estructuras reproductivas sin hojas (inflorescencias y flores solitarias) son las primeras en brotar produciéndose posteriormente la aparición de inflorescencias con hojas. Con igual secuencia se produce la antesis de los diferentes tipos de brotes. Así es que las estructuras reproductivas con hojas tienen un desarrollo de cáliz, corola y ovario más rápido favorecido por mejores condiciones ambientales, persistiendo por mayor tiempo y contribuyendo con mayor porcentaje de frutos a la cosecha.

La frecuencia de aparición de cada uno de los tipos de brotes varía con la intensidad de brotación. Un incremento de los niveles de floración resulta de un incremento del nivel de brotación (Becerra and Guardiola, 1984) y particularmente por la formación de inflorescencias, mientras que los brotes vegetativos decrecen. Esto sugiere que la reversión de yemas florales a yemas vegetativas ocurre para bajos niveles de brotación. Esto concuerda con los resultados de Guardiola (1981) quien menciona que solo para niveles bajos de floración existe una relación inversa entre floración y número de brotes vegetativos. También afirma que los brotes mixtos son difícilmente afectados por el número de flores y solo en los rangos de intensidad de floración muy bajos existe una reducción en su número. Las inflorescencias sin hojas aumentan a medida que el número de flores se ve incrementado.

Al respecto Gravina (1999) observa, para el tangor 'Ellendale' y las variedades de naranja 'Salustiana' y 'Valencia', un notable incremento del porcentaje de inflorescencias sin hojas a medida que las densidades de floración se incrementaban.

Agustí et. al. (1988) estudiando el efecto del rayado, observan que este aumenta la floración como consecuencia de un incremento de la brotación. Observan que los brotes multiflorales sin hojas no alteran su número y el de brotes vegetativos puede reducirse, aumentando los demás tipos de brotes.

1.3) Relaciones floración-fructificación.

En los cítricos como en todas las plantas, existen 3 componentes que determinan el rendimiento final: el número de flores formadas, el porcentaje de cuajado y el tamaño de los frutos que finalmente son cosechados (García-Luis et. al., 1988; Delhom y Primo-

Millo, 1993). Por lo tanto podemos identificar a la floración como una de las etapas críticas en el proceso de fructificación. La floración en los agrios constituye un factor esencial de la productividad (Agustí et. al., 1988). Es una fase fundamental en la determinación de la cosecha; sin ella, la formación de frutos sería imposible (Becerra and Guardiola, 1984).

La no producción de flores se traducirá en la no producción de frutos y cuando la producción de flores es baja la cosecha podría estar limitada por el número de flores formadas (Guardiola, 1997).

1.3.1) Relación Floración-Cuajado.

El número final de frutos por árbol se encuentra determinado por el número de flores formadas y el porcentaje de cuajado, el cual es fuertemente dependiente de la variedad, de factores nutricionales, culturales y climáticos.

En la mayoría de los casos la producción de flores supera largamente el número de frutos cosechados y por lo tanto, es el porcentaje de cuajado en estos casos el que determina el rendimiento final. En este sentido, Guardiola (1992), afirma que en la mayoría de las situaciones el porcentaje de flores que cuajan y desarrollan frutos hasta su madurez varía entre 0,1 a 3 %. Agustí et. al. (1982) menciona que el número de frutos cosechados raramente supera el 5 % de las flores inicialmente formadas y valores de 0,5 % y aún inferiores son normales en algunos casos.

El árbol se adapta al exceso de flores producidas mediante la caída de órganos florales en diferentes estados de desarrollo (Delhom and Primo-Millo, 1993).

Ambas características de la floración, intensidad y distribución, determinan, a través de fenómenos de competencia por metabolitos, el cuajado de las flores (Agustí y Almela 1991).

Gravina et. al. (2000 b) estudiando el comportamiento de 4 variedades de Citrus, no observan, para un rango de floración de 55 a 99 flores/100 nudos en 'Clementina de Nules', una correlación con el porcentaje de cuajado, el cual se establece alrededor de un 10 %. Para el híbrido 'Ortanique', con floraciones altas en el orden de 260 a 350 flores/100 nudos, observan un muy bajo porcentaje de cuajado el cual se establece en 0,02 a 0,08% respectivamente. En el tangor 'Ellendale' comprueban un descenso del cuajado de 5,3 a 1,6 %, a medida que la floración se incrementa de 55 a 115 flores/100 nudos. Para el híbrido 'Nova' el porcentaje de cuajado para floraciones de 200 y 295 flores/100 nudos se ubica en 2 y 1,5 % respectivamente.

Becerra y Guardiola (1984) mencionan que para valores de intensidad de floración menores a 15 flores/100 nudos se encuentra una relación directa entre número de flores y número de frutos cosechados en naranjo 'Navelina'. Para parcela con mayor capacidad

de producción observan que no existe, para valores superiores a 20 flores/100 nudos, una correlación entre número de flores formadas y número de frutos a la cosecha lo que indica que en este tipo de parcelas existe una adecuada capacidad de controlar el número de frutos. En parcelas poco productivas encuentran que valores de floración más altos a los mencionados producen un decremento en los niveles de producción. Por lo tanto se puede decir que en este tipo de variedades partenocárpicas al menos, la planta es capaz de regular la cantidad de fruta a cosechar en condiciones no limitantes de floración. El mecanismo depende de la capacidad de producción y el control se lleva a cabo mediante la regulación de los niveles de cuajado.

Guardiola et. al. (1984), para naranjo dulce 'Washington' navel, observan que la relación entre el número de flores y número de frutos que inicialmente cuajan es variable a medida que aumenta el número de flores. Mencionan que hasta 40.000 flores por árbol existe una relación directa entre número de flores y frutitos cuajados. Entre 40.000 y 80.000 el número de frutitos se mantiene máximo y no existe relación con el número de flores. Un mayor incremento en los niveles de floración resultaron en una disminución del número de frutitos. El número final de frutos cosechados no se correlaciona con el número de flores hasta valores de 80.000 flores/ árbol y un mayor incremento de la floración resulta en una disminución del número de frutos a la cosecha,

Agustí et. al (1982), estudiando el comportamiento reproductivo de naranjo 'Navelate', reportan que a medida que aumenta el número de flores de 7.500 a 124.200, se produce una reducción significativa del número de frutos cosechados. La gran competencia que se produce, por nutrientes minerales y sustancias de crecimiento, en árboles con altas floraciones hace que se produzca una prematura abscisión de estructuras reproductivas jóvenes (yemas y flores) que no llegan a desarrollar frutos. Esta caída masiva de estructuras se debe además a la baja calidad de las flores y su potencial de cuajado. La calidad de la flor al momento de producirse la floración es un factor muy importante en el cuajado y futuro desarrollo del fruto.

A medida que se produce una reducción de la floración se incrementa el número de brotes vegetativos y la presencia de inflorescencias con hojas, por lo que se produce un aumento de la relación hoja/flor. La presencia de hojas en el brote determina, desde el inicio del desarrollo de las flores, ovarios de mayor tamaño debido a un mayor contenido de giberelinas y citoquininas, incrementando el cuajado y tamaño final de frutos.(Agustí y Almela 1991).

Moss et. al. (1972) mencionan que la fruta de inflorescencias sin hojas deben obtener sus asimilados de hojas viejas, cuya capacidad y área fotosintética individual es insuficiente para sustentar el crecimiento del fruto, siendo más susceptible a la competencia de otras fosas.

Lovatt et al. (1992) para naranjo dulce 'Navel' indica que los frutos con mayor capacidad de cuajado son aquellos que exhibieron una mayor tasa de crecimiento durante la primer semana luego de la caída de pétalos. Estos frutos fueron originados de

inflorescencias con hojas. En tal sentido, para el tangor 'Ellendale', Gravina et. al. (2000 b) cuantificando el nivel de cuajado en función del tipo de brote comprueban que, las flores ubicadas en brotes con hojas, alcanzan mayores niveles de cuajado que flores ubicadas en inflorescencias sin hojas, inclusive para diferentes niveles de floración.

Podemos encontrar entonces correlaciones positivas y negativas entre número de flores formadas y número de frutos por árbol o situaciones en la que el número de frutos es independiente del número de flores formadas. El primer caso se da cuando existe una falta de frutos debido a una falta de flores, en estos casos la limitante no es el nivel de cuajado sino el número de flores que se encuentran limitando la cosecha y por lo que se establece una correlación positiva entre número de flores y número de frutos en cosecha. Estas situaciones pueden ocurrir con variedades alternantes como por ejemplo Valencia, Salustiana y Navelina (Agustí y Almela 1991), luego de grandes cosechas.

En algunas variedades con bajo índice de cuajado (Clementina, Navelate, Washington navel), éste es consecuencia y causa a la vez, entre otros aspectos, de una floración excesiva. Como se menciono anteriormente, este tipo de floración se caracteriza por un elevado porcentaje de brotes multiflorales en detrimento de los brotes con hojas, lo que provoca fenómenos de competencia intensa entre órganos en desarrollo y su caída masiva antes y durante la apertura de las flores. En estos casos se establece una clara relación inversa entre intensidad de floración y cosecha (Guardiola et. al., 1984; Agustí et. al., 1982). Experiencias a nivel nacional permitirían ubicar a los tangores 'Ortanique' y 'Ellendale' dentro de esta categoría. Los tratamientos para estimular cuajado resultan poco efectivos en estos casos y se hace indispensable el control de la floración (Agustí y Almela 1991).

El último caso se da en variedades poco problemáticas tipo Satsuma o Clementina fina en la cual en un rango amplio de floración el número de frutos se mantiene constante y las cosechas que se logran son adecuadas. En estos casos el porcentaje de flores que cuajan (cuajado inicial) disminuye con el aumento de la floración, a pesar de lo cual el número de frutos cosechados (cuajado final) no es alterado e inclusive puede aumentar (Agustí et. al., 1982)

1.3.2) Relación Floración-Tamaño de fruto

Guardiola et. al. (1984), en naranja 'Washington navel' señalan que un incremento en el número de flores resulta en una reducción del peso en la anthesis y de la tasa de crecimiento inicial. Las diferencias en tamaño final de fruta resultan de diferencias en la tasa de crecimiento, la cual esta determinada por la capacidad de fosa del fruto y el aporte de metabolitos por la planta, el cual depende de la disponibilidad existente y la competencia entre los órganos en desarrollo.

La capacidad de fosa de los frutos esta relacionada al tipo de inflorescencia en donde se originan los mismos. Es así que, Guardiola (1988) propone, para naranja 'Salustiana' y

'Navelate', que el tamaño final de frutos está más correlacionado con el número de flores originadas al inicio de la estación que con el número final de frutos cosechados. La base es que se puede llegar de dos formas a una misma cantidad de frutos en un árbol; con altas floraciones y bajos niveles de cuajado, o con bajas floraciones y altos niveles de cuajado. La diferencia está en la calidad de la flor al momento de producirse la floración. Cuanto menor es la densidad de floración mayor es el peso de las flores al momento de la floración (Guardiola et. al., 1984). Su contenido en azúcares y en algunos minerales se ve incrementado (Agustí et. al. 1982) y se produce una aceleración del desarrollo de los ovarios en la post-antesis, efecto que perdura hasta la recolección (Agustí y Almela 1991).

Guardiola et. al (1984) observaron que la tasa de crecimiento inicial de los frutitos estaba relacionada al nivel de floración y al tipo de inflorescencia en el que se desarrolla. Frutos de inflorescencias con hojas crecieron más rápido que frutos de inflorescencias sin hojas. Una reducción de la floración se asocia con un mayor incremento de la tasa de crecimiento de fruto.

Lovatt et. al. (1984) señalan que la relación hoja-flor tiene una considerable influencia en la tasa de crecimiento del ovario. Las flores que se originan en inflorescencias con más de una hoja por flor, muestran un crecimiento más rápido en la post-antesis, otorgándole mayor probabilidad de persistencia.

1.4) Problemas reproductivos asociados a la floración.

Guardiola (1992) propone que en el proceso de fructificación pueden existir diferentes tipos de comportamiento. Cuando la carga de fruta es muy baja o inexistente, el mecanismo regulatorio de la floración por el fruto no es suficiente y resulta en una profusa floración. En estas condiciones, la brotación de primavera casi no presenta brotes vegetativos y una fuerte competencia se establece entre las flores y frutos en desarrollo que agotan las reservas del árbol. La influencia de esta fuerte competencia en el cuajado de fruta, depende de la capacidad de los frutitos de soportar el estrés nutricional, y acorde con la naturaleza del cultivar, puede entrar en ciclos de alternancia o en ciclos de improductividad.

1.4.1) El fenómeno de Alternancia.

En muchas de las variedades con semillas el porcentaje de cuajado en estas condiciones aún se mantiene en altos niveles lo que resulta en cosechas muy altas y

generalmente de muy baja calidad (Guardiola, 1992). El control que ejerce el fruto sobre la floración puede llegar, en algunas especies y variedades y en determinadas circunstancias, a reducir aquéllas drásticamente (Moss, 1971). Estas grandes cosechas se traducen en un escaso desarrollo de estructuras vegetativas, la no acumulación de reservas y una inhibición importante de la inducción floral. Al siguiente año productivo nos encontramos con una floración mínima que limita la cantidad de fruta producida. En este ciclo se genera principalmente un fuerte desarrollo vegetativo acompañado de una gran acumulación de reservas. La inhibición de la inducción floral es débil lo que se traduce en profusa floración el año productivo siguiente, entrando la planta en sucesivos ciclos de alternancia entre altas y bajas cosechas.

La intensidad de este fenómeno en los agríos depende marcadamente de la especie y variedad, y en algunos cultivares de mandarina y sus híbridos, cuyos frutos tienen semilla, constituye una regla general y puede alcanzar niveles de gravedad (Agustí y Almela, 1991)

1.4.2) El fenómeno de Improductividad

En otras variedades, como las partenocarpicas, Guardiola (1992) menciona que el fruto es muy sensible al estrés nutricional por lo que altas densidades de floración resultan en un cuajado deficitario estableciéndose cosechas muy bajas. De esta manera se produce un gran desarrollo vegetativo, acumulación de reservas y una débil inhibición de la inducción floral. Esto se traduce nuevamente en una alta densidad de floración, entrando el árbol en lo que se denomina ciclos de improductividad.

En los casos en que se presentan estos tipos de comportamiento se deben implementar medidas correctivas que involucren la reducción de la floración para evitar o reducir una floración extremadamente alta.

En otros casos los árboles no presentan estos grandes desequilibrios productivos, ya sea por que se ha logrado el equilibrio de forma natural o por intervención del hombre, y la cosecha se mantiene en niveles aceptables año tras año.

2) Factores que afectan la floración

La floración en los Citrus está regulada por una serie de factores que se pueden agrupar en factores endógenos y exógenos (Guardiola et al, 1987). Ambos interactúan y determinan el nivel de floración para un ciclo productivo determinado.

2.1) Factores exógenos

Los factores exógenos involucran básicamente a factores ambientales que influyen el proceso de inducción floral.

Las condiciones ambientales no sólo determinan la época de brotación sino que son también los responsables, en gran medida, de la intensidad y distribución de la floración (Agustí y Almela 1991).

Los árboles de Citrus son capaces de crecer y florecer bajo un amplio rango de condiciones ambientales que van desde climas fríos semicontinentales hasta áreas tropicales muy cálidas (Guardiola, 1997). Actualmente el cultivo de cítricos se extiende a través de una amplia región que va desde el ecuador hasta los paralelos 40 Sur y Norte, ubicándose las principales zonas productoras en regiones climáticas muy diferentes a las de su origen (Gravina, 1999).

No parece ser que exista un solo estímulo inductivo indispensable para que se produzca el proceso de floración por lo que se considera a los Citrus como autoinductivos (Guardiola, 1997).

2.1.1) Efecto de las bajas temperaturas.

La floración se incrementa marcadamente al implementarse sobre los árboles tratamientos de bajas temperaturas (Lenz, 1969; Moss, 1969).

Muchos trabajos se han realizado con tratamientos de frío para la determinación de la influencia de las bajas temperaturas sobre el proceso de floración. Se considera que la inducción floral se produce luego de un efecto inductivo de bajas temperaturas (Monselise, 1985; Davenport, 1990), el cual se acompaña con un descenso de los niveles endógenos de giberelinas (Goldschmidt et. al. 1997).

La respuesta de la floración a los tratamientos con bajas temperaturas es cuantitativa, la intensidad de la floración se incrementa con la duración del tratamiento de frío (Guardiola, 1997). El mismo autor indica que el mayor efecto de las bajas temperaturas tiene que ver con el levantamiento de la dormancia de la yema, permitiendo a la yema brotar cuando se retomen las condiciones de temperaturas favorables para el crecimiento. García Luis et. al. (1992b) señalan un efecto dual de la misma, induciendo la floración y levantando la dormancia. También indican que la dormancia es más profunda en las yemas potencialmente florales. Guardiola (1997) menciona que mientras el efecto de las bajas temperaturas en el levantamiento de la dormancia es claro, las evidencias de un efecto inductor que cambien yemas potencialmente vegetativas a flores son escasas.

Moss (1969) observa que para temperaturas más bajas, en un rango de 27-15 °C, se encontraban mayor número de flores y mayor número de inflorescencias siendo mayor la duración de la floración.

García Luis et. al. (1992a), estudiando la influencia de las bajas temperaturas sobre la inducción floral en mandarina 'Satsuma' observan que cultivos de yemas incubados a temperaturas de 25/13 °C, sin previo tratamiento de frío, florecían muy poco; mientras que si se les aplicaba un tratamiento de frío previamente, el 40% de las yemas que brotaban alcanzaban el estado de flor. En cultivos de yemas sin tratamiento de frío observaron que bajando la temperatura de incubación a 17/10 °C el porcentaje de yemas brotadas que florecían pasaba de 8 a 49 %. También realizaron tratamiento con plantas enteras en macetas y observaron que cuanto mayor era la exposición a condiciones inductivas de bajas temperaturas aumentaba el porcentaje de brotación así como también el porcentaje de floración. Esto demostraría el efecto inductor de las bajas temperaturas en árboles enteros. Al realizar una defoliación de árboles y luego forzarlos a bajas temperaturas, observaron que se produce una reducción de la floración pero no se evita la conversión de estructuras vegetativas a reproductivas, por lo que concluyen que la respuesta a las bajas temperaturas toma lugar en la propia yema.

Lovatt et. al.(1988b), trabajando con árboles de naranja 'Washington' navel sometidos 8h día a 15-18 °C y 16 h noche a 10-13°C durante 2,4,6 y 8 semanas observó que, luego de retomar las condiciones apropiadas para la brotación, existía una correlación positiva entre la duración del tratamiento con bajas temperaturas y la intensidad de floración. Adicionalmente observa que paralelamente existe un aumento de los contenidos $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ al producirse un aumento en la duración de los tratamientos con bajas temperaturas.

Southwick y Davenport (1986) trabajando con lima 'Tahiti' lograron inducir floración en plantas tratadas con temperaturas de 18/10 °C (día/noche) aumentando directamente el número de flores por planta y los brotes florales a medida que se incrementaba la duración del estrés de 2 a 8 semanas.

Albrigo (1997) estudiando el efecto de las bajas temperaturas sobre árboles de naranja 'Valencia' reporta que la máxima floración ocurrió entre las 1500 y 2500 horas con temperaturas por debajo de los 24 °C o entre 800 y 1900 por debajo de 19 °C.

La temperatura influencia el tipo de inflorescencia formada. Una mayor proporción de brotes vegetativos y mixtos fueron formados en plantas expuestas a 27/19 °C (día/noche) y 24/19 °C, mientras que se formaron predominantemente brotes generativos cuando se expusieron las plantas a 18/13 y 15/10 °C (Moss 1969).

Hall et. al. (1977) trabajando con árboles de naranjo 'Valencia' preenfriados y con 2 temperaturas de aire (20 y 30 °C) y 2 temperaturas de suelo (25 y 15 °C) observaron que la mayor brotación ocurría cuando la temperatura del suelo era de 25 °C. La iniciación

floral estaba principalmente determinada por la temperatura del aire. Las temperaturas más bajas resultaban en un mayor número de inflorescencias sin hojas mientras que el mayor número de inflorescencias con hojas se dio cuando las temperaturas del aire y de suelo eran las más cálidas. La relación brotes florales/vegetativos se incrementa drásticamente con temperaturas del aire más bajas sin influencia de la temperatura del suelo, por lo que los autores concluyen que la temperatura del suelo tiene influencia en el número de yemas iniciadas mientras que la temperatura del aire afecta la relación brotes florales/vegetativos sin modificar el número de yemas iniciadas.

Moss (1976) trabajando con estacas enraizadas del cultivar 'Late Valencia' estudió el efecto de la temperatura sobre la iniciación floral luego de un período de inducción (5 semanas a 15/10 °C). Observó que a medida que aumentaba la temperatura de iniciación el número de flores por planta disminuía, y que a 36/31 °C se produjo una acción reversible en el desarrollo floral y las pocas flores que se desarrollaron sufrieron abscisión previo a la antesis. Comprobó que muy pocas flores se inducían a 27/22 °C sin previa exposición a temperaturas inductivas (15/10 °C). También observó que una temperatura baja en raíces (15 °C) a 27/22 °C falló en incrementar el número de flores y disminuyeron los brotes de tipo vegetativo.

Exponiendo plantas inducidas a una temperatura radicular de 31 °C se verifica una pequeña disminución de las inflorescencias por planta sin modificación significativa de las flores por inflorescencia. Por sus resultados sugiere que el efecto de una alta temperatura radicular en revertir el proceso de iniciación floral es relativamente bajo. Finalmente concluye que la inducción e iniciación floral son afectadas por la temperatura aérea y el proceso de desarrollo floral puede ser suprimido por altas temperaturas con escaso efecto debido a altas temperaturas radiculares.

Khairi and Hall (1976) también estudiando el efecto de las temperaturas del aire y del suelo sobre el crecimiento vegetativo observan que en suelos cálidos (25 °C) comparado con suelos fríos (15 °C), la iniciación de brotes fue duplicada. Temperaturas más cálidas resulto en brotes más largos con mayor contenido de materia seca. Sugieren que suelos cálidos podrían incrementar la brotación influenciando otros procesos como el balance hormonal en el brote.

Poerwanto and Inowe (1990), estudian el comportamiento de la floración de mandarina 'Satsuma' con regímenes térmicos de 15/15 °C, 15/30 °C, 30/15 °C y 30/30 °C aire y suelo respectivamente. Los árboles previamente se dejaron expuestos a la intemperie durante parte del invierno, y a mediados de diciembre (H.N.) se aplicaron los tratamientos. Observaron que el número de flores por árbol, el número de flores por nudo y la tasa de brotación fueron mayores con temperaturas de aire más bajas. Encontraron pocas flores con temperaturas aire-suelo de 30/30 °C, muy pocas con 30/15 °C, y bastantes con temperaturas de 15/30 °C y 15/15 °C. Indican también que para una temperatura de aire de 15 °C y las temperaturas de suelo más altas, se desarrollan flores y ovarios más grandes.

Tamim et. al. (1997) mencionan que exponiendo plantas del híbrido 'Minneola' a temperaturas de 4 °C durante 21 días resultó en la formación de flores luego de su posterior exposición durante 18 días a 25 °C.

Goldschmidt et. al. (1985) indican que el efecto de las bajas temperaturas podría ser explicado por el efecto sobre las giberelinas. La restricción del crecimiento radicular impuesto por las bajas temperaturas podría limitar el contenido endógeno de giberelinas en el canopy, permitiendo una intensa formación de flores. Tamim et. al. (1997), trabajando con endosperma de cebada, demuestran por primera vez que la exposición a bajas temperaturas resulta en una dramática disminución de los contenidos endógenos de giberelinas.

Bajas temperaturas, que son efectivas para otras especies (4 °C), logran un efecto inhibitorio más que inductor de la floración en citrus (García-Luis et. al., 1992b). El rango de temperaturas efectivas para la inducción floral es de 10-20 °C (Guardiola 1997).

2.1.2) Efecto del estrés hídrico

En zonas tropicales, el estrés hídrico es el principal agente exógeno de la inducción floral (Gravina, 1999). Guardiola (1997) menciona que la respuesta de la floración a un estrés hídrico es similar al de la temperatura. Existe una relación cuantitativa entre la duración del estrés y la intensidad de floración. Como resultado del estrés hay una liberación de la dormancia de la yema, pero también parece evidente un efecto inductivo de la floración (Guardiola, 1997).

Davies and Albrigo (1994) mencionan que el estrés hídrico ha sido utilizado como una práctica para inducir floración en Citrus durante muchos años. En Italia el riego es cortado en limones durante los meses de verano hasta que los árboles quedan severamente estresados. Durante ese tiempo se produce la inducción de las yemas pero raramente se desarrollan. Los árboles luego son irrigados, forzándolos a florecer produciendo la cosecha en el próximo verano.

Nir et. al. (1972) citado por Krajewski and Rabe (1995) reporta que la inducción floral ocurre entre las 2 semanas de exposición a un estrés hídrico, seguido por la iniciación de los sépalos de la flor terminal antes de finalizado el período seco. Por otra parte Abbott (1935), citado por Davenport (1990), examinó yemas de pomelo al final de un período de sequía y cada 5 días durante algunas semanas luego de concluido el estrés. Observó que las yemas no se diferenciaron durante el período de estrés pero comenzaron a desarrollarse inmediatamente después de restablecerse el riego.

Southwick and Davenport (1986), trabajando con lima 'Tahiti' observan un incremento de las flores por planta a medida que las condiciones de estrés hídrico se prolongan de 2 a 5 semanas. Se produce un aumento del número de brotes por planta y una modificación relativa del tipo de brotes, disminuyendo el porcentaje de brotes de tipo vegetativos, aumentando los brotes mixtos mientras que los generativos se mantienen aproximadamente constantes a medida que se prolonga el estrés. Entienden por tanto que es concluyente el aumento de la floración frente a la imposición de un estrés hídrico. Encontraron también que la respuesta de la floración era dependiente de la duración del tratamiento cuando estaba regulada por un estrés moderado (-2,25 Mpa) pero la inducción floral se alcanza de manera más rápida cuando se sometía a las plantas a un estrés severo (-3,5 Mpa). Observaron que el estrés hídrico severo más que el estrés con bajas temperaturas produce consistentemente el mayor número de flores y brotes florales. También reportan que estaquillas inmaduras defoliadas podían florecer bajo condiciones de estrés indicando que las hojas no son esenciales para que se produzca inducción floral en lima 'Tahiti'.

Los mismos autores, en 1987, vuelven a ratificar los resultados positivos del estrés hídrico sobre la floración en lima 'Tahiti', estudiando la modificación de la respuesta mediante aplicaciones de GA₃, podas y sustracción temprana de fruta, en plantas inducidas a florecer.

Borroto et. al. (1981), realizando estudios sobre el comportamiento de la floración en condiciones tropicales frente al estrés hídrico, observaron un aumento notable de la floración en naranja 'Valencia' luego de un período de suspensión del riego de 30 a 45 días durante el período de inducción floral.

Tamim et. al. (1997), utilizaron el estrés hídrico como mecanismo para inducir floración en mandarinos híbridos, asumiendo que el mismo mecanismo debería involucrar a todas las especies de Citrus. Obtuvieron resultados positivos en los cultivares 'Minneola' y 'Murcott', sin embargo no fue así para el híbrido 'Nova'.

Razeto y Longueira (1987) lograron inducir floración en limón 'Génova' sometiendo a los árboles a un estrés hídrico de 25 días durante el verano. Observan también que en los árboles tratados, incluso en la primavera siguiente, la floración fue mayor que en los testigos. Estos autores atribuyen el estímulo de inducción y diferenciación, causado por el estrés hídrico, debido a la disminución en crecimiento vegetativo y actividad metabólica en los árboles.

Lovatt et. al. (1988b) utilizan el estrés hídrico durante los meses de Julio y Agosto (H.N.) para inducir floración en limón 'Lisbon'. Concluyen que un estrés hídrico moderado (-2 MPa durante 50 días) era eficaz en producir un aumento en la floración. Comprueban también que durante el estrés hídrico existía una acumulación de NH₃-NH₄⁺ foliar, compuestos que se encuentran ligados a la producción de poliaminas las que finalmente se han demostrado como compuestos promotores de la floración.

2.1.3) Incidencia del Fotoperíodo.

Estudios de Moss (1969) mencionan que para bajas temperaturas (15 °C día/5 °C noche) la floración en naranjo dulce no está controlada por el fotoperíodo y esta ocurría a 16, 12 y 8 horas de fotoperíodo, concluyendo que la floración ocurre en todos los rangos de fotoperíodo por lo cual no parece ser el factor controlador. El largo del día tampoco tuvo efecto consistente en el tiempo que demoró la floración, a diferencia de las bajas temperaturas.

Davenport (1990) trabajando con lima 'Tahiti', señala que plantas creciendo en invernáculo con fotoperíodos cortos solo presentaron crecimiento vegetativo, mientras que ocurrió floración en aquellas plantas expuestas a bajas temperaturas fuera del invernáculo. Si los días cortos influenciara positivamente el proceso de floración la misma hubiese sido esperada en plantas creciendo dentro de los invernáculos con días cortos.

Tamim et. al. (1997) cubriendo ramas de naranjo 'Shamouti' con mallas durante el período de inducción (Noviembre a Enero, H.N.) incrementaron el número de brotes así como también el porcentaje de brotes florales y el número de flores. También sombreando ramas con diferentes colores de filtros de PVC (verde, rojo y transparente) observaron que todos incrementaban el porcentaje de brotes vegetativos. El filtro rojo incrementó el número de flores mientras que el verde redujo los brotes florales así como también el número de flores. Por sus resultados concluyen que la intensidad y la calidad de luz tienen efecto sobre el tipo de brote y el número de flores.

2.2) Factores endógenos

Existen una serie de factores endógenos que se han demostrado como reguladores de la floración en los cítricos. Algunos, como por ejemplo el nivel de iones $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ regulan la floración a partir de su interacción con estímulos ambientales. Otros son intrínsecos de la planta, como el nivel de GA_3 y carbohidratos de reserva, que actúan de forma de lograr un mecanismo de autorregulación de la planta jugando un importante papel en la determinación de los ciclos de alternancia productiva.

2.2.1) Relación Carbohidratos-Floración

La generación de nuevos brotes durante los crecimientos de verano y otoño es de fundamental importancia como generadores de nuevos puntos de crecimiento y floración en la primavera siguiente (Agustí y Almela 1991).

Durante el proceso de producción existe una competencia entre los frutos en desarrollo y las estructuras vegetativas por nutrientes minerales y por fotoasimilados generados. De existir una alta carga de fruta, la generación de nuevos brotes durante el verano y el otoño sería escasa, así pues durante la primavera se tendrían pocos puntos de crecimiento y el número de flores formadas se vería reducido considerablemente.

La fotosíntesis y la nutrición tienen indudablemente un rol de apoyo en la formación de las flores, pero también se asume que juegan algún rol regulatorio en este proceso (Bernier et. al., 1981; Sachs and Hackett, 1983).

Una relación directa entre el nivel de carbohidratos y la floración ha sido demostrada en Citrus (Ogaki et. al., 1963; Goldschmidt and Golomb, 1982; Goldschmidt et. al., 1985), pero son inconclusas las evidencias de que los carbohidratos estén directamente involucrados en la floración debido a que la mayoría de la información proviene de experimentos con anillado y estudios de árboles con alternancia productiva en los cuales también intervienen factores hormonales que regulan la floración.

Priestley (1971) indica que no es posible determinar si la iniciación floral falla debido a una falta de carbohidratos *per se* o por un déficit que evita alguna otra actividad como la absorción de nutrientes o la síntesis de reguladores de crecimiento en las raíces.

García-Luis et. al. (1995), trabajando con mandarina 'Satsuma', observaron que la remoción temprana de la fruta y el anillado de ramas causan una acumulación de carbohidratos en las hojas y un incremento de la formación de flores. Goldschmidt et. al. (1985) mencionan que, el incremento de la floración mediante la remoción de fruta explicado solamente por un aumento en el contenido de carbohidratos no es concluyente, debido a que se elimina la mayor fuente de giberelinas. García-Luis et. al. (1995) a pesar de haber encontrado una relación consistente entre los niveles de carbohidratos y la floración, indican que los mismos no limitan la formación de flores en los Citrus.

Lovatt et. al. (1992) analizando el contenido foliar de carbohidratos (glucosa y almidón) concluyen que, si bien se logra un incremento de los niveles de floración al someter a las plantas a un estrés hídrico y a bajas temperaturas, el contenido de carbohidratos no variaba; por lo que no queda claro el rol de los carbohidratos en el aumento de la floración.

Muchos investigadores han encontrado una correlación positiva entre la acumulación de carbohidratos y la floración, asumiendo que el nivel de carbohidratos no estructurales podría ser un factor limitante en la formación de flores (Ogaki et. al. 1963; Goldschmidt and Golomb, 1982; Lovatt et. al. 1988). Según Davenport (1990), la asociación entre los niveles de carbohidratos (almidón) y floración no es clara, y la relación causa efecto no ha sido establecida.

Goldschmidt and Golomb (1982) estudiaron la acumulación de carbohidratos y su relación con la floración en árboles alternantes de mandarino 'Wilkins'. Encuentran

que los contenidos de almidón eran 3,6 y 17,4 veces mayor, en hojas y raíces respectivamente, en árboles 'off'. Las concentraciones de azúcares solubles superaban a los árboles 'on' en 1,5 veces en hojas y 1,9 veces en raíces. Analizando los resultados de la floración observaron que en árboles 'on' el 99,9 % de los brotes el año siguiente eran de tipo vegetativo, y en los árboles que estaban en 'off' solo representaban el 3,1 %, siendo los brotes florales un 57,9 %. Afirman que el rol de las reservas de carbohidratos no está probablemente confinada al proceso de diferenciación floral, el cual en sí mismo no parece requerir de mucha energía. Mencionan que el cuajado y desarrollo requieren mayores contenidos de energía y podrían estar limitados por la disponibilidad de carbohidratos.

Albrigo (1997) menciona que la acumulación de carbohidratos podría jugar un rol en la intensidad de floración, particularmente en los meses de invierno. Indica que temperaturas de suelo que permitan una buena tasa fotosintética podría hacer a las yemas más fáciles de inducir. Claramente el agotamiento de carbohidratos, como ocurre en árboles de mandarina sobrecargados, reduce la tendencia a florecer y una temprana remoción de hojas resulta en una escasez de flores.

2.2.2) Relación GA₃-Floración

La floración en Citrus está gobernada por un complejo balance endógeno hormonal dominado principalmente por los contenidos de giberelinas que afectan o redireccionan los meristemas de las yemas hacia dos destinos posibles, la formación de flores o la mantención de características vegetativas en los ápices meristemáticos.

La mayor información recabada acerca de la influencia de los factores hormonales que afectan la floración se deriva de experiencias realizadas mediante la aplicación exógena de reguladores de crecimiento (Davenport 1990).

El ácido giberélico fue la primer sustancia reportada como inhibidora de la floración en naranjo dulce (Monselise and Halevy, 1964), y subsecuentemente confirmado por Moss (1970).

Como en muchos árboles frutales, la floración en Citrus es inhibida por la aplicación exógena de GA₃ (Guardiola et al. 1982), jugando su papel principal a través de la inhibición de la formación de brotes generativos (Guardiola et al. 1987; Davenport 1990).

Moss (1970) trabajando en naranjo dulce logra una disminución de la floración mediante aplicaciones de GA₃. Observa que aplicaciones con concentraciones mayores a 25 ppm no resultaron en una reducción mayor de la floración. Observó que el proceso de inhibición va acompañado de un cambio en la distribución de los tipos de brotes aumentando las inflorescencias con hojas y disminuyendo las inflorescencias sin hojas.

Guardiola et. al (1977) logran reducir la floración en naranjo 'Washington navel' y 'Navelate' mediante la aplicación de ácido giberélico. Observan que el grado de reducción de la floración es dependiente de la concentración y la época de aplicación. Encontraron que el mayor efecto se logra cuando las aplicaciones son realizadas en el momento de inducción. Mencionan que el efecto del ácido giberélico no parece estar relacionado con la inhibición del proceso de inducción debido a que el número de flores por inflorescencia no fue afectado y que el incremento proporcional de los brotes mixtos y vegetativos fue debido principalmente a la reducción en el número de inflorescencias sin hojas sin haber existido una reversión a brotes vegetativos o a inflorescencias con un mayor número de hojas.

Iwahori y Oohata (1981), logran reducir el número de inflorescencias sin hojas mediante aplicaciones de 20 ppm de GA₃ en febrero (H.N). También observaron un aumento en el número de brotes vegetativos al producirse la brotación de primavera. Si bien existe un cambio en la distribución de los diferentes tipos de brotes, la brotación se ve disminuida en los árboles tratados. Mediante estudios microscópicos proponen que las giberelinas actuarían sobre yemas sin diferenciar y las conduciría al desarrollo de brotes vegetativos. Al retrasar la aplicación, el efecto de la aplicación de GA₃ se ve disminuido, por lo que concluyen que se debe tener un estudio minucioso del estado de desarrollo de las yemas al momento de realizar la aplicación.

Guardiola et. al. (1982) evalúan la influencia de aplicaciones exógenas de GA₃ en plantas adultas de naranjo 'Washington' navel y mandarinos 'Clementina' y 'Satsuma'. Comprueban que aplicaciones en el mes de Octubre (H.N.) reducen significativamente la floración para las 3 especies estudiadas. Observaron dos picos de respuesta a las aplicaciones. El primero se producía durante el periodo de reposo invernal, siendo sobre fin de Noviembre y principios de Diciembre para W. Navel y Clementina, y a fin de Diciembre para Satsuma. El segundo pico de respuesta lo observaron al momento de la brotación cuando los brotes en desarrollo eran de 1,0 mm aproximadamente. Dichas reducciones en los niveles floracionales acompañaron a una reducción en los niveles de brotación. Adicionalmente mencionan que la reversión del proceso floracional con aplicaciones de GA₃ es posible hasta el momento de diferenciación de los sépalos.

Davenport (1983) trabajando en lima 'Tahiti' logra una inhibición de la floración mediante la aplicación de GA₃ con una concentración de 0,1 mM.

García-Luis et. al. (1986) observan que aplicaciones invernales de GA₃ en árboles de mandarina 'Satsuma' reducen significativamente el porcentaje de nudos que brotan, el número de brotes generativos y el número de flores cada 100 nudos mientras que el número de brotes vegetativos se incrementa sensiblemente. Los brotes mixtos no se modificaron respecto a los controles.

Estudios realizados en Uruguay por Gravina et. al. (1997) en el tangor 'Ellendale' demuestran que aplicaciones de GA₃ durante los meses de junio y julio, modifican la distribución de la brotación y reducen en forma significativa del número de flores

formadas en primavera. Encuentran, al igual que otros investigadores, que la respuesta esta relacionada con la concentración utilizada y con el momento de aplicación. Al inicio de la brotación no encuentran efecto en la reducción de la floración. Observan que existe un efecto dual de las giberelinas sobre la disminución de la floración, reduciendo brotación y modificando la distribución de los diferentes tipos de brotes. Logran aumentar los brotes vegetativos de 13,6 % a 49,8%, y disminuir las inflorescencias y los brotes mixtos de 65,8 % a 25,3 % y de 7,2% a 2,9 % respectivamente, mientras que los brotes terminales muestran una clara tendencia a incrementar aunque no logran significancia estadística.

Arias (1999) logra una reducción significativa de la intensidad de floración en naranjo 'Salustiana' y tangor 'Ellendale' mediante aplicaciones exógenas durante reposo invernal de GA₃, a una concentración de 75 mg. L⁻¹. La disminución lograda fue de 60 y 46 % respectivamente. Este descenso es acompañado por una disminución de la brotación, una disminución de las inflorescencias; en el naranjo dulce 'Salustiana' se registra un aumento significativo de los brotes vegetativos mientras que los brotes mixtos no sufren modificación. Para el tangor 'Ellendale' no se registra aumento significativo de los brotes vegetativos pero si existe un aumento de los brotes mixtos.

Goldschmidt et. al. (1997) mencionan que existiría un efecto diferencial en el efecto de las giberelinas sobre la floración, así como éstas son inhibitoras de la floración, otros derivados de las giberelinas han sido demostrados como promotores de la misma. Así mencionan que el 16,17-dihidro-GA₅-C-13-acetato logró promover la floración en cítricos, pero aún no son suficientes las evidencias de la ocurrencia de giberelinas endógenas que promuevan la floración.

Si la aplicación de giberelinas exógenas funciona disminuyendo los niveles de floración mediante la modificación del balance hormonal endógeno que afectan el proceso de inducción, la aplicación de inhibidores de la síntesis de giberelinas debería, de tal forma, incrementar los niveles de floración. Así es que se han llevado a cabo muchos estudios con el fin de incrementar la floración.

Monselise et. al. (1966), trabajando en limón 'Eureka', logran apreciables incrementos de la floración mediante la aplicación de retardantes del crecimiento (Alar, Cycocel) y BTOA en verano. El efecto fue más notorio para brotes menores a 1 año logrando incremento de 2, 3 y 4 veces con BTOA, Cycocel y Alar respectivamente.

Moss (1970) no logra estimular la floración mediante la aplicación de retardantes del crecimiento en naranjo dulce. Davenport (1983) tampoco logra incrementos importantes de la floración en árboles de lima 'Tahiti' tratados con Alar a razón de 2500 ppm.

González et. al. (1986), trabajando en condiciones subtropicales con naranjo Valencia, lima Persa y tangor Ortanique, logran un incremento de los niveles floracionales mediante la aplicación de precursores de la síntesis de etileno. Estos

autores agregan que al elevarse los niveles endógenos de retardantes de crecimiento se logra un estímulo similar a la existencia de un período de inactividad vegetativa necesario para que los agrios florezcan.

Si bien existe evidencia suficiente de que las giberelinas provocan una disminución clara de los niveles de floración, los resultados obtenidos por los diferentes investigadores no permiten clarificar el verdadero efecto del GA₃ y corresponde cuestionar si su acción es a través de una inhibición la inducción floral o por una reducción de los niveles de brotación (Davenport 1990, Guardiola et. al. 1977).

Guardiola et. al. (1977) mencionan que el ácido giberélico no es el único inhibidor de la floración en naranjas. Encontraron que aplicaciones de 2-4D son igualmente eficaces en el control de la floración como lo es el ácido giberélico, ubicando el punto de saturación del efecto inhibitorio con concentraciones 12 mg.L⁻¹.

Kessler et. al. (citado por Davenport 1990) demostraron que aplicaciones de TIBA, inhibidor del transporte de auxinas, incrementan la floración en árboles de pomelos de 1 año de edad cuando la concentración era de 500 ppm. Explica que los nuevos brotes en desarrollo realizan un aporte importante de auxinas para el desarrollo de nuevas raíces.

2.2.3) Relación NH₃-NH₄⁺-Poliaminas y Floración

Compuestos nitrogenados específicos son acumulados en plantas sujetas a un estrés ambiental determinado. Los productos que más frecuentemente se acumulan son: las amidas glutamina y aspargina, los aminoácidos arginina, prolina, citrulina y ornitina y las poliaminas putrescina, espermina y espermidina, dependiendo de la naturaleza del estrés (Rabe, 1990). Sin embargo las formas nitrogenadas que se han visto alteradas en respuesta a estreses ambientales y que se han relacionado con la floración de los cítricos han sido NH₃-NH₄⁺, arginina y las poliaminas mencionadas (Lovatt et. al., 1988; Ali y Lovatt, 1995; Sagee y Lovatt, 1991). Varios trabajos se han realizado con el objetivo de intentar asignar un rol bioquímico a la acumulación de compuestos nitrogenados durante el estrés.

Las poliaminas son compuestos nitrogenados alifáticos de bajo peso molecular y naturaleza policatiónica a pH celular. La presencia universal en las plantas de putrescina, espermidina y espermina, así como la abundancia en tejidos de activo crecimiento, señalan su implicancia a nivel metabólico (Galston, 1983). En función de la correlación encontrada en varias especies, entre concentraciones de poliaminas y el comportamiento reproductivo de la planta, así como alteraciones del mismo por aplicaciones exógenas, señalan la necesidad del estudio de la implicancia de las poliaminas en el proceso de floración (Galston y Flores, 1991; citado por Arias 1999).

Lovatt et. al. (1992) comprueban que plantas sometidas a un estrés, tanto por bajas temperaturas o hídrico, incrementaban sus contenidos de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$. Encuentran por tanto una correlación positiva ($r = 0.803$) entre el número de flores por árbol y el contenido endógeno de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$. Mediante aplicaciones foliares de urea de bajo biuret incrementaron el estatus de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ en un 215 % y observaron un incremento de la floración de 230 %.

Rabe (1994) en este sentido, demuestra que la aplicación invernal de urea foliar a razón de 1 % incrementa el rendimiento en varias especies del género *Citrus*. Estas aplicaciones se correspondieron con un incremento endógeno transitorio de NH_4^+ . Al cuantificar la distribución de la floración no observa cambio alguno, sino que una tendencia, no significativa, hacia la producción de brotes florales sin hojas. Concluye que esta aplicación previo a la brotación, incrementaría la disponibilidad de nitrógeno durante la fase crítica de floración y cuajado, en beneficio de este último.

Ali y Lovatt (1994) también observan un incremento significativo, durante 3 años consecutivos, en el rendimiento y número de frutos mediante aplicaciones de urea foliar (0,16 KgN/árbol) invernal, a mediados de enero y febrero (H.N).

Ali y Lovatt (1995) trabajando en 'Washington Navel' indican que tratamientos inductivos con bajas temperaturas incrementaban 2 veces el contenido de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ al final de un período de 4 semanas. También se vieron incrementados significativamente las concentraciones de putrescina y espermidina. Correlacionaron positivamente el número de flores por árbol con las concentraciones foliares de espermidina al inicio de los tratamientos inductivos, por lo que sugieren que: (i) la espermidina es más importante que la putrescina en el proceso de floración; (ii) la espermidina afecta la iniciación floral tempranamente en el proceso de inducción; (iii) aquellos tratamientos que aumenten el estatus de espermidina en el árbol al inicio de la organogénesis floral, deberían aumentar la floración. Aplicaciones foliares de 50 mM de arginina y 20 mM de espermidina incrementaron significativamente el número de flores en un 42 y 87 % respectivamente. El incremento de la floración fue acompañado de una disminución de los brotes vegetativos, sugiriendo una conversión de los ápices vegetativos en ápices florales luego que los tratamientos inductivos se completaron. Los resultados de estos autores evidencian que la disponibilidad de espermidina en la iniciación floral y organogénesis es un factor que afecta la intensidad de floración.

Kushad and Yelenosky (1987) sometieron a plantas de naranjo 'amargo', naranjo dulce 'Valencia' y 'limón rugoso' a un régimen de temperatura de 32,2 °C día / 21,1 °C noche y 15,6 °C día / 4,4 °C noche. Observan que para las 3 especies estudiadas se produjo un incremento de los niveles foliares de espermidina entre 2 y 3 veces en respuesta a bajas temperaturas. Los contenidos de putrescina y espermina fueron variando según la especie.

Lovatt et. al. (1988 b) proponen que la acumulación de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ acelera la biosíntesis de arginina para la síntesis de poliaminas. Observan que en etapas tempranas

en su desarrollo, las flores apicales de inflorescencias con hojas tienen mayores niveles de poliaminas y $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$, y también mayores tasas de biosíntesis de arginina que las flores apicales de inflorescencias sin hojas.

Kushad et. al. (1990) estudiando los cambios en el contenido de poliaminas durante el desarrollo de las flores de naranjo dulce 'Valencia' observaron que la concentración de putrescina y espermidina al momento de la antesis era significativamente mayor que al comienzo del desarrollo de la flor. Estas altas concentraciones durante la antesis resultan del incremento de estos compuestos en el ovario. La espermina se mantuvo en niveles bajos durante las primeras etapas del desarrollo de la flor para luego lograr incrementos significativos hacia la etapa de antesis. Los contenidos de esta poliamina nunca superaron a los de putrescina y espermidina en ninguna etapa del desarrollo de la flor. En flores completamente desarrolladas, los investigadores encontraron que el 42 % de las poliaminas estaban presentes en el ovario, 23 % en el estilo, 15 % en los estambres, y 20 % en los pétalos y cáliz.

Sagee and Lovatt (1991) estudiando el contenido de poliaminas en naranjo 'Washington' navel observan que las flores apicales de las inflorescencias presentaban mayores concentraciones de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$, putrescina y espermidina, y de la actividad de síntesis de arginina. Dichas concentraciones se redujeron paralelamente al desarrollo de la flor hasta la caída de pétalos, siendo la putrescina la poliamina que se mantuvo en los niveles más altos en casi todo el desarrollo de la flor. El contenido de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ en flores disminuyó durante las 4 semanas previas a la antesis paralelamente con una disminución del contenido foliar $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$. Estos resultados permiten establecer que las hojas y las flores sufren cambios conjuntos en el metabolismo del nitrógeno durante el proceso de ontogenia de la flor. Observan que durante este proceso la biosíntesis 'de novo' de arginina y los niveles de putrescina cambian paralelamente con los contenidos florales de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ lo que sugiere que estos compuestos se encuentran metabólicamente ligados.

Los resultados obtenidos hacen pensar que los contenidos de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$, arginina y poliaminas podrían jugar un rol regulador en la iniciación floral en los Citrus.

Arias (1999) menciona que se evidencia una asociación entre la floración y los niveles de poliaminas, de tal forma que la presencia del fruto reduce la floración descendiendo los niveles de poliaminas en yemas. Indica que la presencia del fruto en ramas, en el tangor 'Ellendale' y naranjo dulce 'Salustiana', reduce entre un 16 % y un 33 %, los contenidos de las poliaminas alifáticas libres. Observa que las yemas de ramas sin frutos presentan mayores contenidos de poliaminas libres y fueron las que desarrollaron más flores a la primavera siguiente. Adicionalmente estudió el comportamiento de la variedad de mandarina 'Hernandina' a aplicaciones exógenas de las poliaminas espermina, espermidina y putrescina, y también la aplicación del aminoácido arginina a razón de 100 mg/l. No encontró respuesta en la floración a la aplicación de estos compuestos.

2.2.4) Presencia de frutos

El efecto de la presencia del fruto sobre la floración debe estudiarse en término de la carga de fruta, como determinante de la intensidad del efecto y por otra parte de cuanto tiempo se esté ejerciendo el efecto del fruto sobre el fenómeno de floración, el cual se evalúa mediante la época de cosecha.

2.2.4.1) Carga de fruta

Guardiola (1992) menciona que cuando la cosecha es apropiada con el tamaño y vigor del árbol, suficientes estructuras vegetativas son formadas durante las brotaciones de verano y otoño, y sus yemas son inducidas en una proporción suficiente para asegurar una suficiente formación de flores para la próxima cosecha.

Khalifah et al. (1965) logran aislar, de frutos de naranja 'Washington Navel' y limón 'Eureka', 3 sustancias tipo giberelinas que mediante la realización de ensayos químicos y biológicos logran corroborar las características típicas de estos compuestos.

Jones et al. (1977) mencionan que la cantidad de frutos en el árbol en una estación ejerce un marcado control sobre la cantidad de frutos el siguiente año y detectan altos niveles de giberelinas en las yemas en árboles con alta producción. En cuanto contribuye el fruto y en cuanto no contribuye está el problema.

El fruto ejerce un efecto inhibitorio sobre el crecimiento vegetativo y sobre la inducción floral (Guardiola 1992). Este efecto inhibitorio obedece en parte a los efectos represivos que el fruto ejerce sobre las brotaciones de verano y otoño. Ambas brotaciones se encuentran negativamente correlacionadas con la carga de fruta (Guardiola 1997).

Becerra and Guardiola (1984) observan, para el cultivar 'Navelina', que la tasa de brotación disminuye notoriamente a medida que la cosecha previa se ve incrementada. Atribuyen el efecto del fruto sobre la brotación a la síntesis de giberelinas, por parte de los frutos en desarrollo, las cuales se transportan hacia otras partes de la planta manteniendo a las yemas en dormancia. Observan que valores de densidad de frutos mayor a 20 frutos/m² de copa externa, no se correlaciona con el porcentaje de brotación el cual se mantiene en valores del 10 %.

La reducción del número de yemas potencialmente florales en primavera es uno de los efectos, pero no el único, de la fruta sobre la floración.

El efecto que ejerce el fruto sobre el comportamiento de la yema es el principal factor que afecta la floración. No solo se ve afectado el número de yemas disponibles sino que también se produce una reducción en el número de flores formadas por nudo disponible, evidenciando un efecto directo del fruto sobre la inducción floral.

Gravina (1999) trabajando con naranja 'Valencia' cuantifica un aumento de la densidad de floración de 112 a 176 flores/100 nudos en la medida que la cosecha se reduce de 151 a 116 Kg/planta. Para la variedad 'Salustiana' este aumento en la intensidad de floración es de 12 a 46 flores/100 nudos para cosechas previas de 214 y 174 Kg/planta respectivamente.

Moss (1971), estudiando el efecto de la fruta sobre la floración en naranja 'Valencia' encuentra una correlación negativa ($r = -0,451$) entre los rendimientos y el número de flores producidas al siguiente año. Observó que prácticamente no existían flores formadas en las ramas donde se cosechaba fruta, y de existir, estas se encontraban en brotes sin hojas. Si bien indica que existen diferencias en cuanto a la intensidad de floración entre los años de alta y baja carga, no observa que existieran diferencias en cuanto a la calidad de brotación, es decir no encuentra diferencias en la distribución de los diferentes brotes entre un año de alta y baja carga. Al no verificar diferencias en los niveles de cuajado entre años de alta y baja carga sugiere que la causa de la alternancia productiva en naranja dulce se debe a la difusión de sustancias del tipo de las giberelinas desde el fruto hacia la madera en donde se encuentra que inhiben la formación de flores.

Arias (1999) analizando los niveles de floración en naranjo dulce 'Salustiana' y tangor 'Ellendale' comprueba una reducción significativa de la floración en ramas que presentaban frutos. En 'Salustiana' la presencia del fruto reduce la floración y la brotación en un 90 y 64 % respectivamente. Existió adicionalmente un cambio en la distribución de la brotación; así, las ramas sin frutos presentaron mayor número de brotes florales con o sin hojas y menor número de brotes vegetativos. En el tangor 'Ellendale', vuelve a verificar una reducción de la brotación y floración en las ramas que presentan fruta. La presencia de frutos en las ramas redujo el número de brotes florales y aumenta el de los brotes vegetativos.

Guardiola et. al. (1987) mencionan que una cosecha elevada provoca una floración escasa al año siguiente, con la mayor parte de las flores ubicadas en inflorescencias con hojas; por el contrario, una cosecha pobre provoca la formación de un elevado número de flores, en su mayor parte en inflorescencias sin hojas.

El efecto inhibitorio del fruto sobre la floración en primavera se encuentra bien documentado y es la causa de la alternancia en algunos cultivares. El control que ejerce el fruto sobre la floración inhibe ésta hasta tal punto que la cosecha queda marcadamente reducida y la ausencia de frutos permite una floración suficiente al año siguiente que asegura, de nuevo una cosecha elevada (Moss 1971).

Monselesse et. al. (1983), trabajando con mandarina 'Michal', encuentran que existe un comportamiento autónomo de las ramas dentro de un mismo árbol. Estimularon diferentes niveles de carga de fruta dentro de ramas individuales y observaron que se comportaban como estructuras independientes por al menos 3 años consecutivos, sucediéndose entre años de alternancia productiva. Este comportamiento se acompañó

con los análisis de nutrientes minerales y carbohidratos de reserva, el cual determinó que ramas con un año de baja carga presentaban en hojas y ramas un 63% y 66 % más almidón que en ramas con alta carga respectivamente. Comparando, en cuanto a nutrientes, la relación entre años off/on de ramas individuales con árboles enteros de mandarina 'Wilking' observan que la relación en ramas individuales es notoriamente más equilibrada. Los autores lo atribuyen a 3 posibles razones: diferencias varietales; diferencias en la carga de fruta; y a la presencia de un sistema radicular único en el estudio de ramas individuales vs. sistemas radiculares separados para el estudio de árboles individuales.

Jones et. al. (1970) analizan la correlación entre el contenido de carbohidratos y la carga de fruta en naranja 'Valencia' y comprueban que la carga de fruta esta negativamente correlacionada con el contenido de carbohidratos acumulados al final del ciclo productivo y el mismo se correlaciona con el nivel de producción del ciclo siguiente.

La correlación negativa entre la carga de fruta y la floración sugieren que los carbohidratos de reserva posiblemente jueguen un rol controlador del proceso de floración (Davenport 1990).

2.2.4.2) Epoca de cosecha

La influencia del fruto sobre el comportamiento de la yema es dependiente del tiempo que se encuentre ejerciendo su efecto inhibitorio.

Furr and Armstrong (1956) estudiando la inducción floral en pomelo 'Marsh' mencionan que la remoción de frutos en junio (H.N) resultó en un aumento en la inducción floral.

Garcia-Luis et. al (1986) trabajando con árboles adultos de mandarino 'Satsuma' observan que existe una marcada reducción en la intensidad de la floración a medida que se retrasa la época de cosecha. Comprueban que el efecto inhibitorio de la fruta sobre la floración se incrementa gradualmente con el tiempo, siendo mayor entre setiembre y enero temprano (H.N.), a partir del cual, no se produce un aumento de la inhibición sino que la floración se mantiene en niveles mínimos. Verifican que los brotes generativos son los más sensibles a la inhibición ejercida por el fruto, reduciéndose su número en un 69% a medida que la fruta se mantenía sin cosechar desde setiembre a noviembre temprano.

Borroto et. al. (1981) comprueban la reducción de la brotación y floración al producirse un retraso en la cosecha de naranjo 'Valencia' en condiciones tropicales.

Jones and Cree (1954) estudiaron durante 14 años el efecto del retraso de la cosecha sobre el rendimiento de naranja 'Valencia'. Observan consistentemente que un retraso en la cosecha disminuye los rendimientos durante la serie de años estudiados. Mencionan que la reducción del rendimiento se debe principalmente al menor número de frutos producidos, siendo de 1.017 y 707 frutos/árbol para cosechas tempranas y tardías respectivamente. Además observaron que la cosecha tardía aumentaba la tendencia a la producción alternante.

Hilgeman et. al. (1967), comprueban una reducción del 53% en el rendimiento en la siguiente cosecha de naranja 'Valencia' al producirse un retraso en la recolección desde marzo a julio (H.N.). Encuentran una correlación inversa significativa ($r = -0,81$) entre el número de frutos cosechados/árbol y el retraso mensual de la cosecha.

Moss et. al. (1977), trabajando con 'Valencia Late', observa que un anticipo de 2 meses en la cosecha reduce significativamente la incidencia de la alternancia, presentando diferencias del 25% entre 2 cosechas consecutivas frente a más del 70% cuando la cosecha se retrasa.

Jones et. al (1970) identifican al retraso en la cosecha como una de las causas de la alternancia en naranja 'Valencia'. No lo atribuyen al contenido de carbohidratos al momento de la floración debido a que encuentran que en árboles cosechados de forma tardía se obtuvo igual e inclusive mayor contenido de carbohidratos que en árboles cosechados de forma temprana. Inclusive no encuentran diferencias en la intensidad de floración entre árboles cosechados tarde y temprano. Las diferencias en rendimiento obtenidas en árboles cosechados en diferentes momentos lo atribuyen a la capacidad de retener frutos durante el período de caída natural que ocurre en los primeros estadios de desarrollo de fruto, y allí la presencia de frutos podría actuar como fosa y competir con los nuevos frutitos en desarrollo y provocaría una disminución en la tasa de cuajado inicial.

3) Características de la variedad de naranjo dulce 'Valencia'

3.1) Origen

El origen de esta variedad es confuso. Probablemente se originó en las Islas Azores, a finales del siglo pasado, donde fue llevada a Florida (EUA) por los Ingleses y posteriormente a California (Agusti y Almela 1991). Existen evidencias de que su origen puede encontrarse en Portugal para luego trasladarse a las Islas Azores. Esto tiene su

base en que se ha descubierto una variedad denominada 'Don Joao' que es indistinguible de 'Valencia' (Galvao 1943, citado por Hodgson 1967).

En Uruguay representa el 55% de las plantas de naranjas y el 66% de la producción total de las mismas. En el total de los cítricos implantados en nuestro país, se corresponde con un 23% del total de plantas existentes y representa el 34% de la producción total (Censo Nacional Citrícola, 1996).

3.2) Valor comercial

Valencia es la variedad más importante de naranjo dulce. En Florida y California es la variedad de mayor importancia y representa alrededor de la mitad de la producción de los Estados Unidos. Es de gran importancia en Sudáfrica, Australia y México y se considera de mucha importancia en Israel, Marruecos y Brasil (Hodgson 1967).

3.3) Fenología

3.3.1) Desarrollo vegetativo y floración.

El cultivar de naranja 'Valencia' está ampliamente difundido por todas las zonas productoras del mundo, desde las zonas tropicales hasta latitudes casi marginales para el desarrollo de la producción. El comportamiento fenológico de esta variedad se manifiesta de forma diferente según la zona productora, debido a que los factores climáticos presentan una alta influencia sobre el desarrollo estacional de la variedad.

Para la zona productora cubana Frómata et. al. (1979) observan que la naranja 'Valencia' presenta dos brotaciones masivas en el año; la primera de enero hasta abril, y la segunda en los meses de verano: junio, julio y agosto (H.N.). Entre la segunda brotación y la primera existe una brotación débil en la cual ocurren secuencias de brotes vegetativos pero que no llegan al nivel de brotación anteriores. La floración la registran a mediados del mes de marzo y el fruto alcanza su madurez en el mes de diciembre.

Para condiciones subtropicales de Arizona, Hilgeman et.al. (1967), mencionan que la brotación de naranja 'Valencia' ocurre en el mes de abril (H.N.)

Jahn (1973), estudiando el comportamiento reproductivo de 'Valencia' durante un período de 3 años, observa varias características en el patrón de floración y fructificación. Encuentra que la secuencia de antesis de las inflorescencias era: la flor apical primero, luego las flores basales y luego las flores subapicales. El primer 50 % de las flores que abren aportan entre 12 y 25 % de frutos a la cosecha, mientras que el aporte es nulo para las flores que se originan dentro de los primeros 9 días de iniciado el proceso de floración. Las inflorescencias en las cuales aparecían más temprano las flores

también tendieron a producir mayor número de flores que las inflorescencias que comenzaban a florecer más tarde. Estas últimas fueron tendientes a tener hojas o un mayor número de hojas que las inflorescencias que aparecían más temprano.

Encuentra que el cuajado ocurrió principalmente durante la fase final del periodo de floración asociado a mejores condiciones ambientales y fisiológicas de la inflorescencia.

En todos los años más fruta cuajó en inflorescencias sin hojas. En porcentaje, sin embargo, estas inflorescencias fueron menos productivas que aquellas con hojas. El mayor porcentaje de cuajado de inflorescencias con hojas puede explicar el mayor porcentaje de cuajado encontrado tarde en la estación. Menciona que las hojas podrían tener un efecto directo en el cuajado mediante el aporte de fotoasimilados o reguladores de crecimiento.

El mayor porcentaje de cuajado lo observa en la posición subapical de la inflorescencia y la mayoría de la fruta producida en la flor apical se dio en inflorescencias con una sola flor. La flor subapical le sigue a la flor apical por un intervalo de 3 a 13 días pudiendo cambiar las condiciones ambientales y fisiológicas durante este período.

3.3.2) Maduración del fruto.

Los requerimientos térmicos para la maduración son tan altos, que solo en las regiones más cálidas son satisfechos previo a la siguiente floración, esto ocurre en Florida (EUA), áreas desérticas con pequeñas elevaciones en estado de California, llegando a la madurez en enero-febrero (Hodgson 1967).

Valencia tiene un largo período de crecimiento de fruto que lleva, desde anthesis a cosecha, de 11 a 12 meses y puede llegar a mantenerse en el árbol durante más de 8 meses en zonas productoras más frías (Soler 1999). Este largo período de conservación en el árbol ha sido analizado como una de las posibles causas de la alternancia o al menos de disminución de los rendimientos (Monselise y Goldschmidt, 1982).

Goldschmidt (1997) menciona que bajo las altas temperaturas de los trópicos el desarrollo del fruto es rápido y se logran tamaños grandes. Para las condiciones de California, con un clima más seco y frío, el desarrollo del fruto es más lento. Así para las condiciones de Palmira (Colombia) los requerimientos de unidades térmicas para la maduración se cumplen aproximadamente a los 6,5 meses, en California se necesita el doble de tiempo para llegar a dichos requerimientos. En condiciones subtropicales en cambio, se tiene un período más largo de conservación de fruta sobre el árbol donde se mantiene comercializable, mientras que en las condiciones tropicales la senescencia del fruto se alcanza en un breve período de tiempo, lo que limita la comercialización.

La fruta se mantiene comercializable en el árbol sin demasiada caída y pequeñas pérdidas de calidad, por lo que se puede practicar, en zonas productoras más frías, la cosecha en épocas tardías como en verano hasta octubre o noviembre (H.N.) (Hodgson 1967). En regiones con menores niveles térmicos, la maduración es más tardía y se

solapa con la floración, a veces por muchos meses (Hodgson 1967) por lo que la antesis y el cuajado inicial de fruta ocurren mientras la fruta se mantiene en el árbol (Soler 1999). Durante la primavera pueden coexistir flores abiertas, frutos virando de color y frutos maduros, y si los frutos permanecen durante mucho tiempo en el árbol, algunos de ellos reverdecen, adquiriendo matices verdosos en la zona peduncular (Soler, 1999). Por lo tanto se puede encontrar a la variedad cargando 2 cosechas, la anterior, la cual está relativamente madura y la nueva, en cualquier estado de floración hasta un crecimiento avanzado de pequeños frutos (Hodgson 1967).

Patiño (1998) para las condiciones de Uruguay, identifica como época de recolección de naranja 'Valencia' desde fines del mes de julio hasta fines de diciembre, con una concentración durante mediados de agosto a finales de diciembre.

Soler (1999) señala que para las condiciones de España la cosecha se produce desde fines de marzo hasta finales del mes de mayo.

3.4) Comportamiento productivo

Es un cultivar con excelente aptitudes organolépticas siendo apreciado para la producción de fruta fresca de exportación y también para procesamiento. El fruto es de tamaño medio-grande, oblongo a esférico con pocas a ninguna semilla. Presenta buena coloración en la maduración, pero puede reverdecir bajo algunas condiciones. La cáscara es media a fina y fuerte siendo su superficie lisa. Posee jugo abundante y de buen sabor que suele ser algo ácido (Hodgson 1967).

Presenta algunos problemas productivos, como son la alternancia y el tamaño de fruta, que limitan fuertemente los niveles exportables de fruta a los países de mayor poder adquisitivo. Estos problemas son identificables, no solo en nuestro país, sino en muchas zonas productoras del mundo como California, Arizona y Australia. Es así que a nivel nacional se vienen realizando una serie de trabajos de investigación, a nivel fisiológico, de mejoramiento genético, prácticas de riego y fertilización en esta variedad, con el fin de mejorar su productividad.

Gravina et. al. (2000), estudiando el comportamiento productivo de la variedad observan que para la zona Norte del país (departamento de Paysandú) existe, como para otras variedades, una relación inversa ($r^2 = -0,63$) entre el número de frutos cosechados por planta y el peso promedio de frutos. Registran para rendimientos de 131 Kg/planta, 665 frutos con un peso medio de 201 g, valores aceptables desde el punto de vista comercial con un 90 % dentro de los calibres exportables.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en 2 predios comerciales ubicados en el departamento de Paysandú (31°42' S, 57°27' O) y en la zona de Kiyú, departamento de San José (35° S).

Se utilizaron plantas de naranja 'Valencia' [*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck] de 19 años de edad injertados sobre trifolia (*Poncirus trifoliata*), con marco de plantación de 7m x 3,5 m en el departamento de Paysandú y de 6 m x 4 m en la zona de San José. Los árboles se encontraban bajo riego localizado, en buen estado sanitario, no registrándose incidencia de plagas o enfermedades que pudieran influir sobre la producción. La fertilización en el predio de Paysandú es realizada de forma convencional, mientras que en la zona San José se realiza en forma de fertirriego.

Para cada uno de los predios se seleccionaron 20 parejas de árboles (40 en total por cada localidad) que presentaran diferentes niveles de carga de fruta de modo de obtener una variación considerable para poder realizar una estimación más amplia de la incidencia de la carga de fruta sobre la intensidad de floración y los parámetros de brotación.

Para cada una de las parejas se registró el rendimiento y el número de frutos totales a la cosecha. Esta evaluación se realizó en la planta de empaque correspondiente a cada una de las empresas.

Cuando los árboles se encontraban en plena floración, se evaluó mediante el muestreo de 4 ramas por árbol, la intensidad de brotación, porcentaje de brotes tipo vegetativo, flor terminal, flor solitaria, brotes mixtos, inflorescencia y finalmente la densidad de floración. El muestreo se realizó en ramas relativamente jóvenes (menos de 18 meses de edad) las cuales son las que tienen mayor probabilidad de brotar.

Para la zona de Paysandú la cosecha se realizó el 7 de Setiembre de 1999 y la fecha de evaluación de floración fue el 29 de Setiembre de 1999.

Para el ensayo de Kiyú la cosecha fue realizada el 4 de Octubre de 1999 y la fecha de evaluación de la floración fue el 18 de Octubre de 1999.

Con los datos recabados se procedió, para cada una de las zonas, al estudio de las correlaciones entre los parámetros de cosecha y los datos de brotación e intensidad de floración. Los resultados se analizaron mediante el programa de estadística SAS (Versión 6.1).

RESULTADOS

La presentación de los resultados se realizará de forma independiente para posteriormente hacer un análisis comparativo del comportamiento de la variedad de naranjo 'Valencia' en las diferentes zonas geográficas del país.

1) Zona Norte-Departamento de Paysandú

En el Cuadro 1 se integran los datos recabados de número de frutos cosechados y rendimiento por árbol con la intensidad de floración y los parámetros de brotación previamente mencionados.

Cuadro 1- Número de frutos y rendimiento por árbol y los parámetros de brotación correspondientes (Departamento de Paysandú).

NºFrutos	Rend(kg)	%Brot	%Veget	%F.T.	%F.S.	%B.M.	%Infl.	Fl/100nudos
288	51,2	34	28	5	13	22	31	81
414	72,0	26,8	22,3	6,9	17,2	18,8	34,8	59,2
435	76,5	27	34	7	11	22	26	60
477	96,4	28,5	9,9	3,2	27,7	9,3	49,9	68,9
532	96,8	19,3	37,7	4,6	12	17,4	28,5	40,1
578	95,9	10,4	58,1	2,7	9,9	9,9	19,4	13
590	131,0	27,6	8	1,3	27,9	8,4	54,5	76
612	106,7	24	39	8	6	19	29	56
628	99,9	18,1	51,5	4,6	8,3	11,5	24,1	29,2
636	106,8	27	32	4	15	19	31	62
644	113,3	28	34	5	19	13	29	54
651	116,9	13,3	36	5,1	13,3	16,1	29,7	28,1
660	121,4	11,1	49,4	5,5	11,3	13,7	20,1	16,9
689	127,9	14	70	2	8	6	14	13
718	118,3	19	63	5	5	14	13	21
745	119,3	17,6	38,1	3,2	13,7	15,2	29,8	32,9
762	139,3	18	53	8	8	14	18	26
780	137,6	13,4	46,4	1,8	13,6	9,9	28,4	24,9
845	131,0	19	66	4	4	15	11	23
848	150,6	18,8	53	2,2	14,1	9,5	21,2	28

Referencias: NºFrutos: Número de frutos/árbol
 Rend(kg):Rendimiento/árbol
 %Brot : Brotación
 %Veget. :Brotos vegetativos
 %F.S: Brotos tipo flor solitaria

%F.T.: Brotos tipo flor terminal
 %Infl.: Brotos tipo inflorescencia
 %B.M: Brotos tipo mixto
 Fl/100nudos: Flores por 100 nudos

1.1) Estudio de la relación N° de Frutos – Rendimiento.

Como se muestra en la Figura 1, se verifica una correlación positiva ($r= 0,929$) altamente significativa ($\alpha=0,0001$) entre estos dos parámetros. El rendimiento por árbol se mantuvo en un rango variable entre 50 y 150 Kg/planta, mientras que el número de frutos se mantuvo en un rango entre 300 y 850 frutos/árbol.

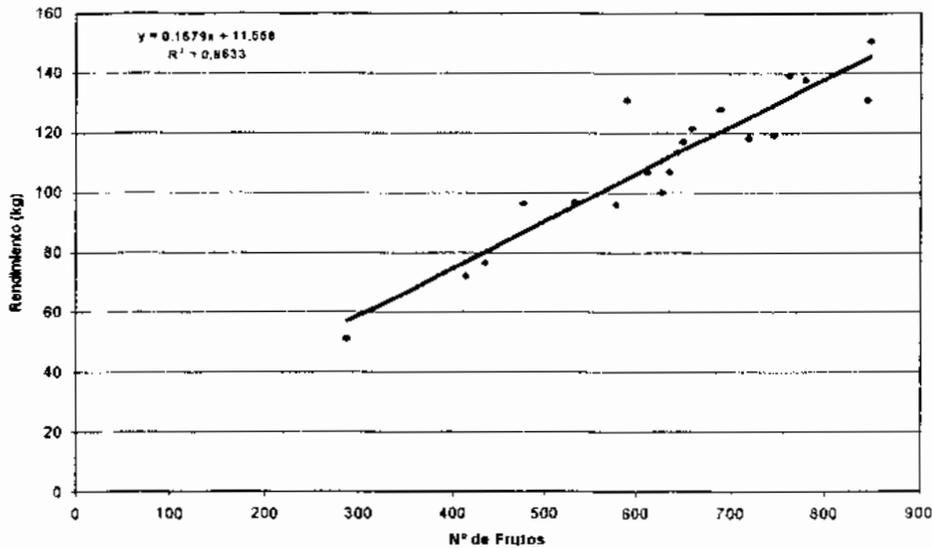


Figura N°1: Relación entre N° de Frutos y Rendimiento en el departamento de Paysandú.

1.2) Estudio de la relación N° de Frutos – Intensidad de Floración.

La presencia del fruto ejerce un efecto depresivo sobre la intensidad de floración para el rango de frutos estudiados (300 a 850 frutos/árbol). La correlación estimada fue de $-0,796$, mientras que el análisis estadístico muestra que este valor es altamente significativo ($\alpha= 0,0001$). Los niveles de intensidad de floración caen fuertemente a medida que se registra un aumento en el número de frutos, fluctuando entre valores de 10 y 80 flores/100 nudos. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de ambos parámetros y el ajuste de un modelo lineal que esquematiza la relación.

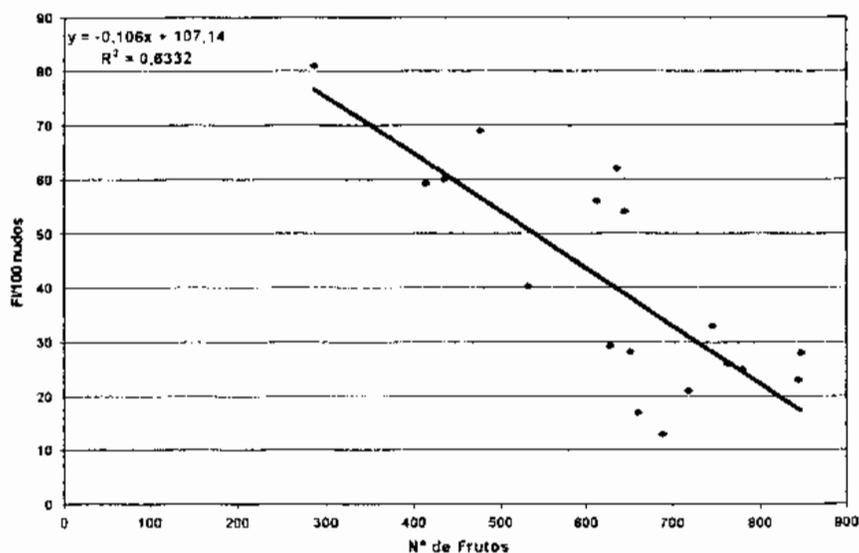


Figura 2: Relación entre el número de frutos cosechados y la intensidad de floración en la primavera siguiente.

1.3) Relación entre N° de Frutos cosechados y características de la brotación.

1.3.1) Relación N° de Frutos - % Brotación.

Se encuentra la existencia de una correlación negativa ($r = -0,617$), altamente significativa ($\alpha = 0,0038$) entre estos dos parámetros. El porcentaje de brotación se mantuvo, para el rango de número de frutos estudiados, entre un 10 y 35 %. En la Figura 3 se grafica la evolución de dichos parámetros.

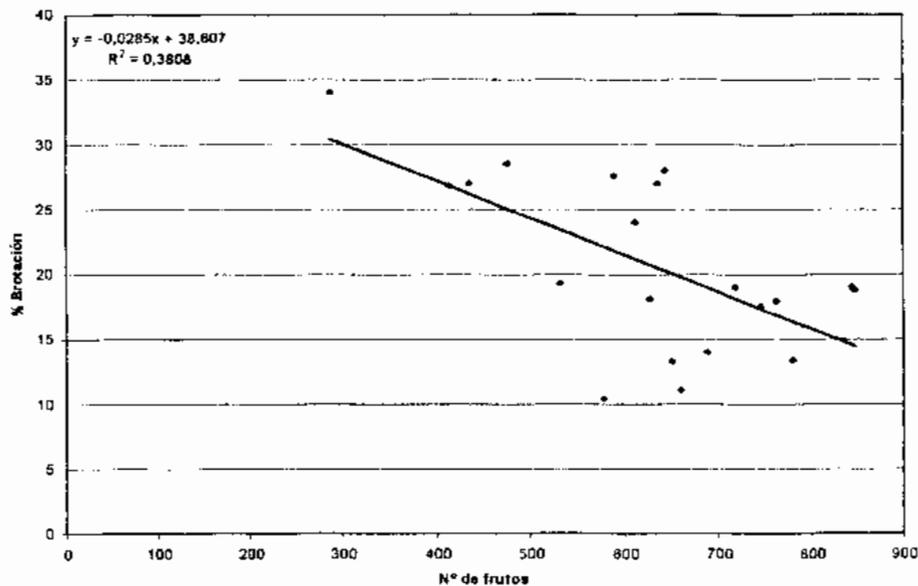


Figura 3: Relación N° de Frutos - % de Brotación

1.3.2) Relación N° de Frutos - % de Brotes Vegetativos.

Se registra una clara tendencia al incremento del porcentaje de brotes vegetativos a medida que existe un incremento en el número de frutos. La correlación obtenida entre ambos parámetros fue de 0,652 y con una alta significancia estadística ($\alpha=0,0034$). Como se observa en la Figura 4, existe una alta sensibilidad de los brotes de tipo vegetativo al incremento del número de frutos fluctuando entre valores de 10 y 70 %.

1.3.3) Relación N° de Frutos - % de Brotes Mixtos.

En la Figura 5, se muestra el comportamiento de ambos parámetros, los que se encuentran correlacionados negativamente alcanzando niveles de significancia estadística ($\alpha=0,0263$) con un coeficiente de correlación (r) de $-0,495$. Los datos de porcentajes de brotes mixtos se ubicó en valores entre el 5 a 22 % de los brotes totales para el rango de número de frutos estudiados.

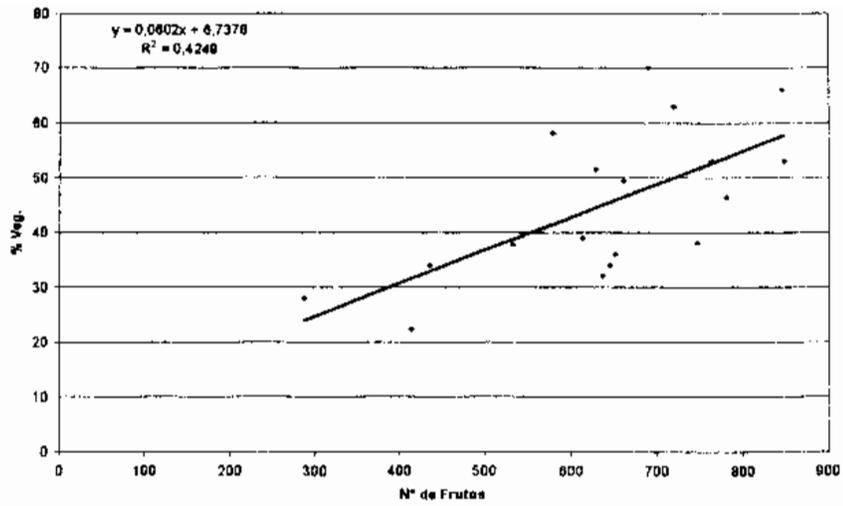


Figura 4: Relación N° de Frutos- % de Brotes vegetativos

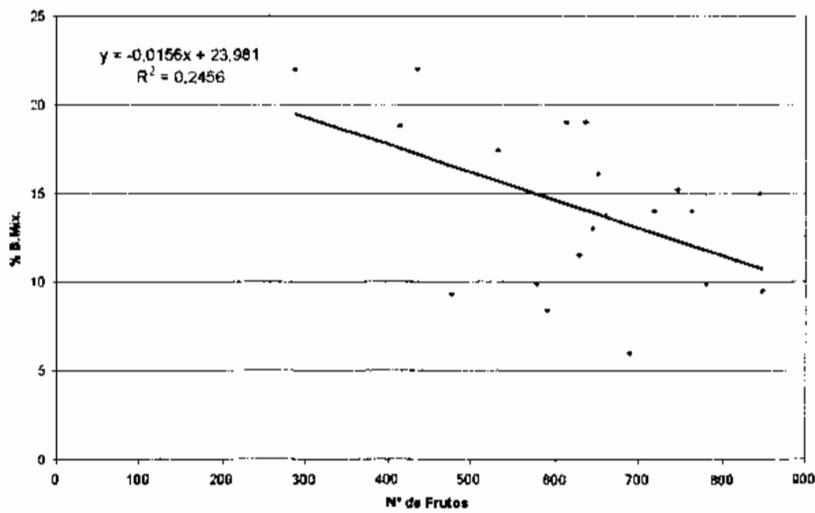


Figura 5: Relación entre el N° de Frutos y el % de Brotes Mixtos.

1.3.4) Relación N° de Frutos - % de Inflorescencias.

Al igual que ocurre con los brotes mixtos, existe una correlación negativa entre el número de frutos y el porcentaje de inflorescencias sin hojas. El coeficiente de correlación registrado fue de -0,566 con un valor $\alpha = 0,0116$ por lo que se considera a la correlación como significativa. Los valores de porcentaje de inflorescencias fluctuaron entre 11 y 50 % tal como se presenta en la Figura 6.

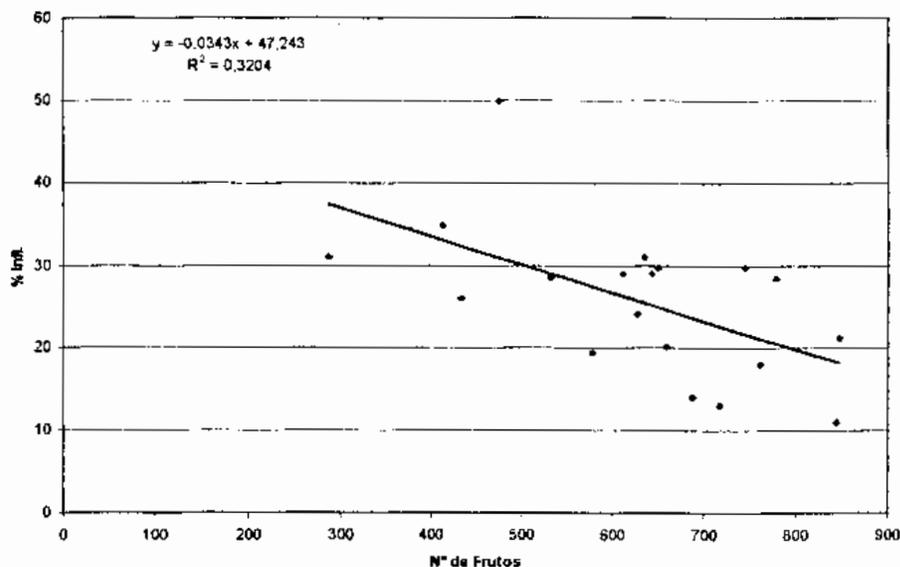


Figura 6: Relación N° de Frutos - % de Inflorescencias

1.3.6) Relación N° de Frutos - %F.T y %F.S.

Con estos parámetros evaluados existe una correlación muy baja y con tendencia negativa, mientras que el análisis estadístico no muestra niveles de significancia suficiente para pensar que exista correlación entre el número de frutos y porcentaje de brotes tipo flor terminal o con brotes tipo flor solitaria.

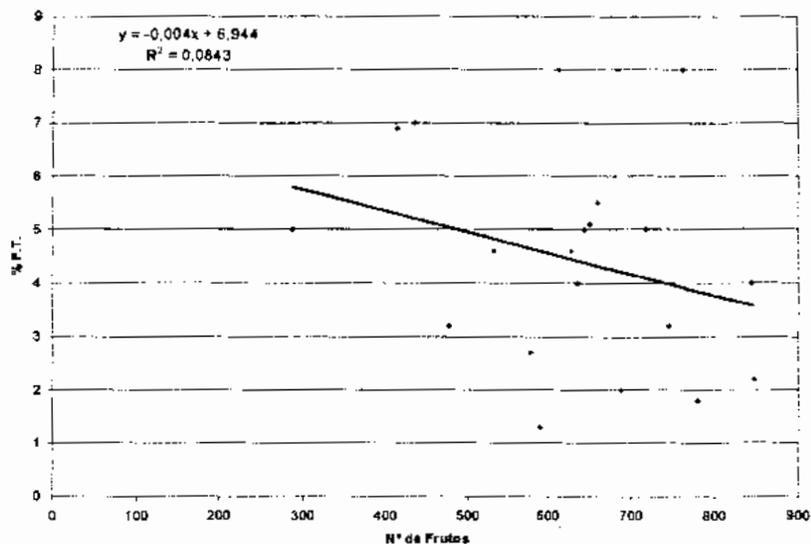


Figura 7 : Relación N° de Frutos - % F.T.

En la Figura 7 se puede observar el grado de independencia entre el número de frutos a la cosecha y el porcentaje de brotes tipo flor terminal, mostrando un coeficiente de regresión para el modelo lineal propuesto de 0,004, lo que sumado al bajo coeficiente de correlación encontrado, permiten afirmar de que estas dos variables, para el rango de valores estudiado en la zona de Paysandú no están correlacionadas.

Se observa también que el porcentaje de brotes tipo flor terminal no supero el 10% en ninguno de los árboles del estudio siendo la tendencia a mantenerse en valores de 3 a 6%.

En la Figura 8 queda representada la falta de correlación entre el número de frutos y el porcentaje de brotes tipo flor solitaria. Se observa una concentración de los datos en torno a valores de 5 a 20% y solo el 10% de los datos superaron dichos registros.

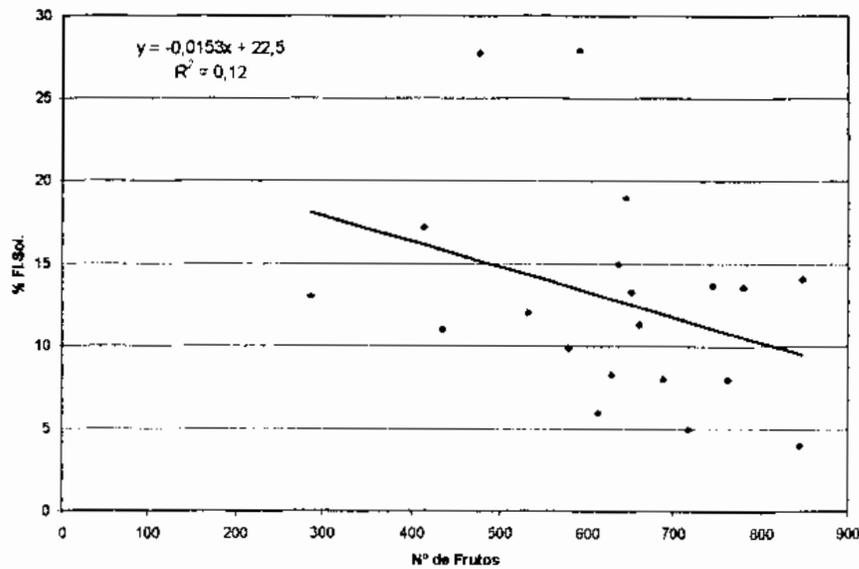


Figura 8: Relación Nº de Frutos - % F.S.

1.4) Relación Rendimiento – Intensidad de Floración.

Se verificó una correlación negativa ($r = -0,790$) altamente significativa ($\alpha = 0,0001$) entre el rendimiento y la intensidad de floración. En la Figura 9 se esquematiza la relación encontrada para ambos parámetros.

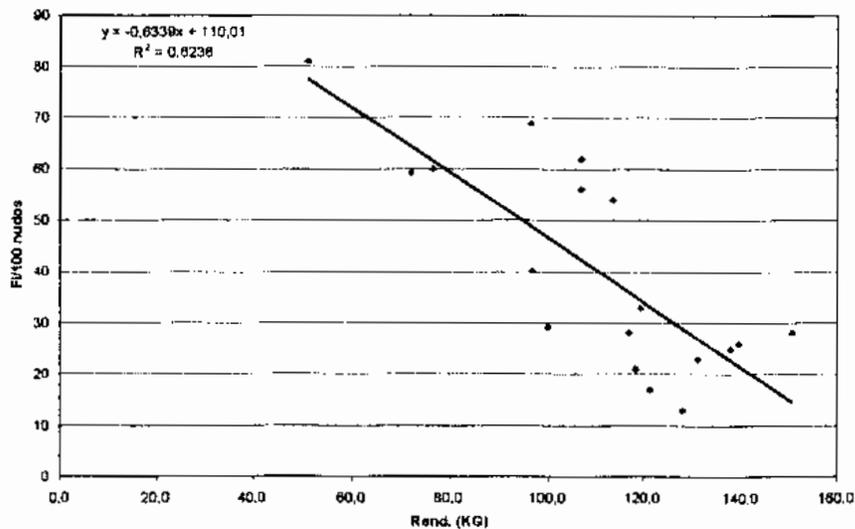


Figura 9: Relación Rendimiento –Intensidad de Floración

1.5) Estudio de la relación Rendimiento – Parámetros de Brotación.

La tendencia de la relación entre el rendimiento y los parámetros de la brotación sigue básicamente la registrada para el número de frutos.

Se encuentra una correlación negativa significativa ($\alpha=0,0122$) con el porcentaje de **brotación** con un coeficiente de correlación del orden de $-0,549$, siendo esto valores levemente inferiores a los registrados para el número de frutos.

Con respecto al porcentaje de **brotos vegetativos**, también se encuentra una correlación significativa ($\alpha= 0,0619$) y con tendencia positiva ($r= 0,425$).

En cuanto a la relación entre el rendimiento con el porcentaje de **brotos mixtos**, también se verificó una correlación negativa importante con un coeficiente de correlación negativo ($-0,64$) y con un valor $\alpha=0,0024$ indicando un alto grado de significancia estadística.

No se observó correlación con el resto de los parámetros de brotación (%F.T., %F.S. y % Inflorescencias) lo que marca una diferencia con respecto al comportamiento observado con el número de frutos, ya que si bien no se evidenció correlación con el %F.T. y %F.S., sí, existió en forma significativa con el porcentaje de inflorescencias, hecho que con el rendimiento no ocurrió.

1.6) Relación Intensidad de Floración – Parámetros de Brotación.

1.6.1) Relación % de Brotación - Intensidad de Floración.

El estudio del comportamiento muestra que existe correlación ($r=0,939$) altamente significativa ($\alpha=0,0001$) entre ambos parámetros. El comportamiento indica un fuerte aumento en los niveles floracionales a medida que se registra un aumento en la brotación (Figura 10). La ecuación de regresión lineal estima por cada 10 % de aumento en la brotación un aumento aproximado de 30 flores/100 nudos. El valor de regresión calculado evidencia que el 88% de la variación obtenida en la intensidad de floración está siendo de alguna manera explicada por el porcentaje de brotación.

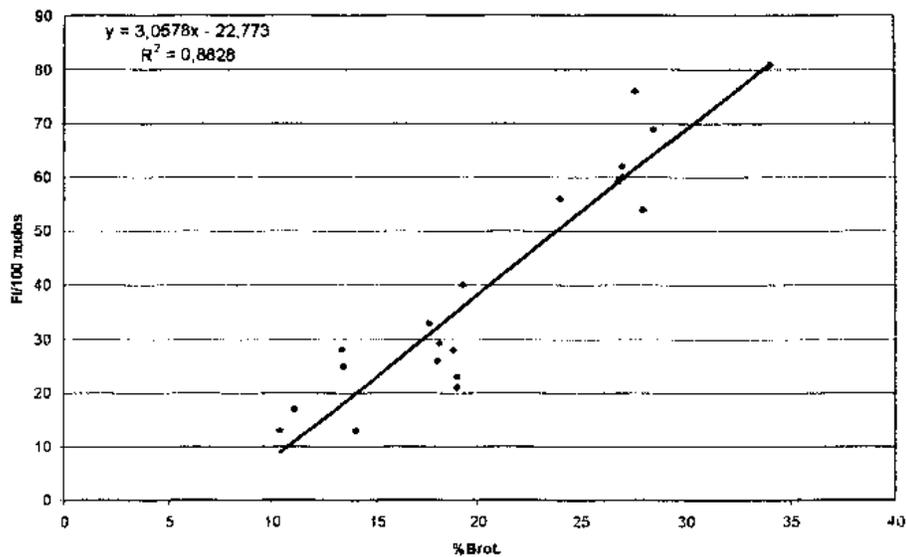


Figura 10: Relación % de Brotación - Intensidad de Floración

1.6.2) Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos.

Los resultados obtenidos (Fig. 11), indican que el incremento en la intensidad de floración se corresponde con una disminución significativa ($\alpha=0,0001$) del porcentaje de brotes vegetativos. La correlación encontrada es de $r=-0,89$ ajustando a un modelo lineal.

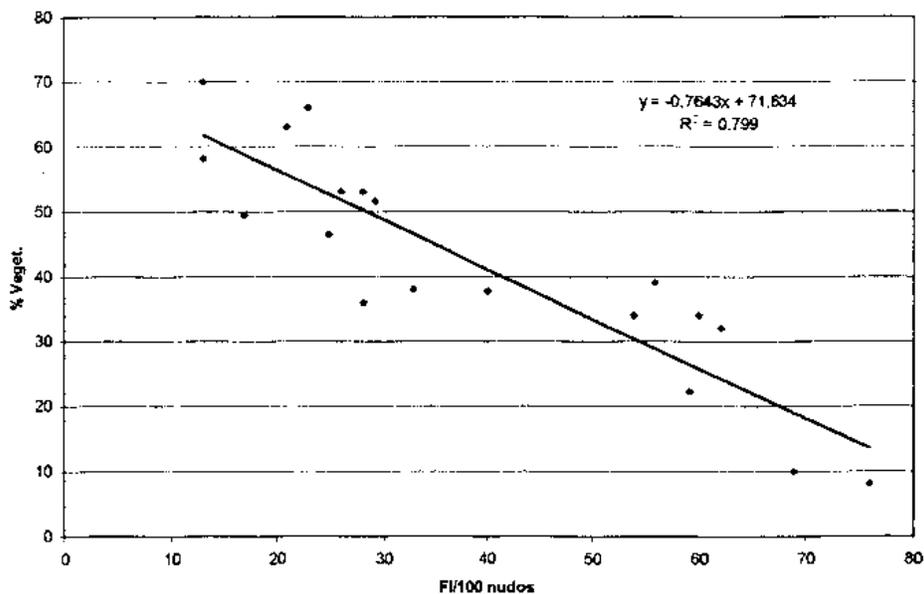


Figura 11: Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos

1.6.3) Relación Intensidad de Floración - % de Flores Solitarias.

El aumento de los niveles floracionales se corresponde con un aumento en el porcentaje de brotes tipo flor solitaria, registrándose una correlación positiva ($r=0,794$) altamente significativa ($\alpha=0,0001$). La relación entre ambos parámetros se esquematiza en la Figura 12.

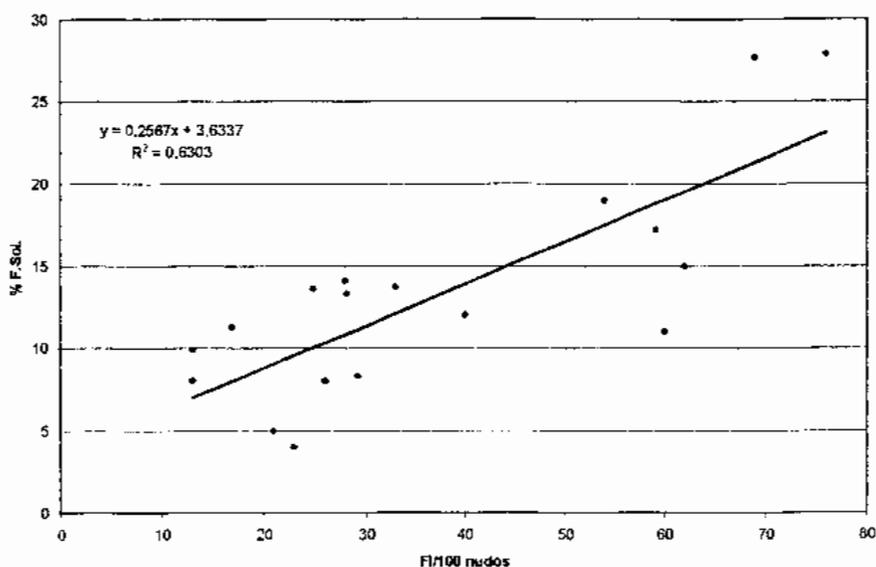


Figura N° 12: Relación Intensidad de Floración - %F.S.

1.6.4) Relación Intensidad de Floración - % de Inflorescencias.

Los valores obtenidos muestran que existe una correlación positiva ($r=0,825$) altamente significativa ($\alpha=0,0001$) entre la intensidad de floración y el porcentaje de inflorescencias (Figura 13). Por el valor de regresión obtenido en el modelo de ajuste lineal se puede determinar que el 68% de la variación en la intensidad de floración es explicada por la variación del porcentaje de inflorescencias.

1.6.5) Relación Intensidad de Floración - % Brotes Mixtos.

Por los resultados obtenidos se puede afirmar que existe una correlación positiva ($r=0,774$) altamente significativa ($\alpha=0,0003$) entre estos dos parámetros. El modelo de regresión lineal propuesto (Figura 14) atribuye aproximadamente un 60 % de la

variación obtenida en la intensidad de floración, a la variación en el porcentaje de brotes mixtos.

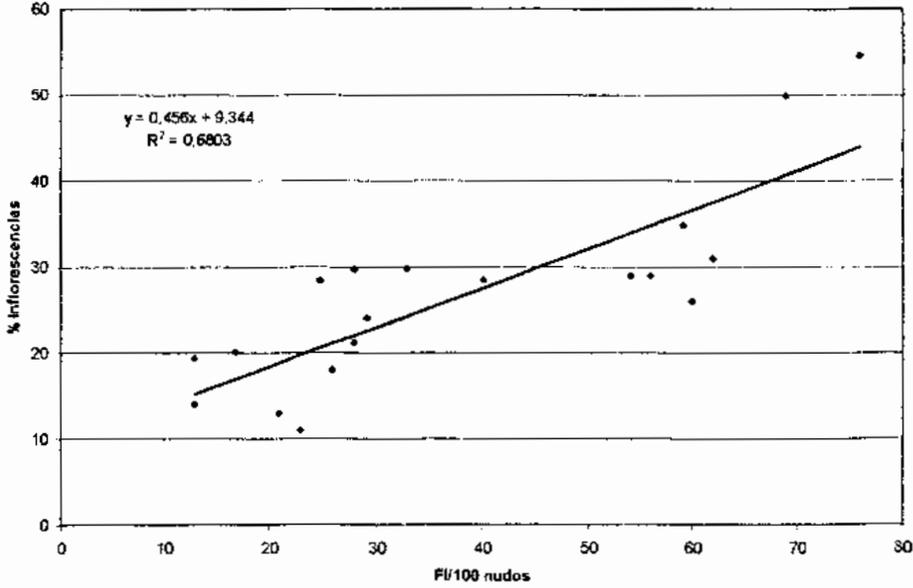


Figura 13: Relación Intensidad de Floración - % de Inflorescencias.

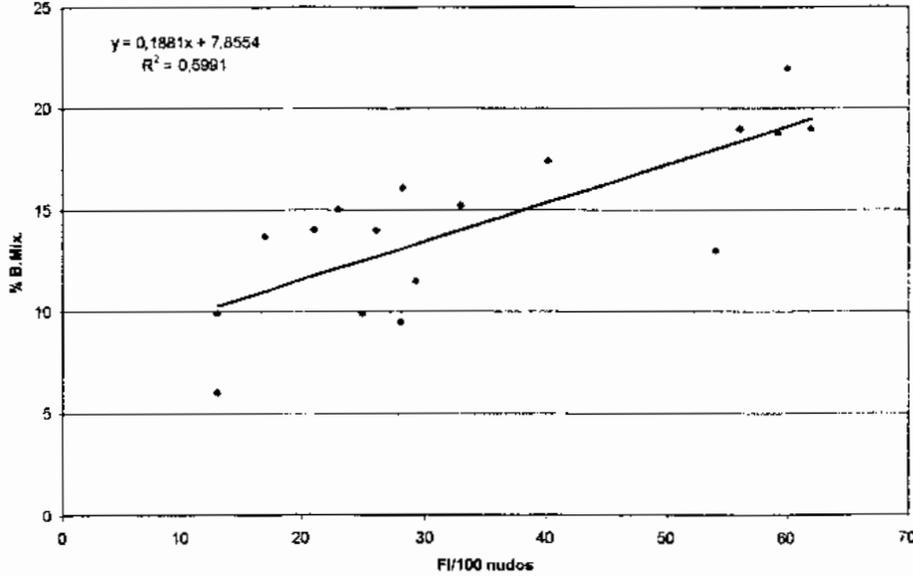


Figura 14: Relación Intensidad de Floración - % Brotes Mixtos

1.6.6) Relación Intensidad de Floración - % F.T.

Este parámetro de brotación es el único de los presentados en el cual no se encuentra una correlación significativa con la intensidad de floración. El coeficiente de correlación calculado fue muy bajo ($r=0,157$) lo que estaría indicando que la intensidad de floración no estaría siendo modificada por aporte que realiza este tipo de brote.

1.7) Interrelación entre Tipos de Brotes.

El estudio de las correlaciones entre los diferentes tipos de brotes indican que existen fuertes variaciones en el comportamiento de los mismos, al modificarse los niveles de brotación de los árboles en estudio.

Un aumento en los niveles de brotación provoca un incremento significativo de los brotes florales tipo inflorescencias ($r=0,573$), mixtos ($r=0,463$) y flor solitaria ($r=0,479$) (Figura 15) mientras que los brotes tipo flor terminal mantienen un comportamiento independiente ($r=0,223$) y no varían al registrarse un aumento en la brotación (Figura 16).

De diferente manera responden los brotes tipo vegetativo (Figura 16) los cuales disminuyen de manera significativa a medida que la brotación se ve incrementada ($r=-0,70$).

Se verifica una correlación negativa altamente significativa entre los brotes vegetativos con las inflorescencias ($r=-0,953$; $\alpha=0,0001$) y las flores solitarias ($r=-0,848$; $\alpha=0,0001$) mientras que no existe relación con los brotes de flor terminal y brotes mixtos (Figura 17).

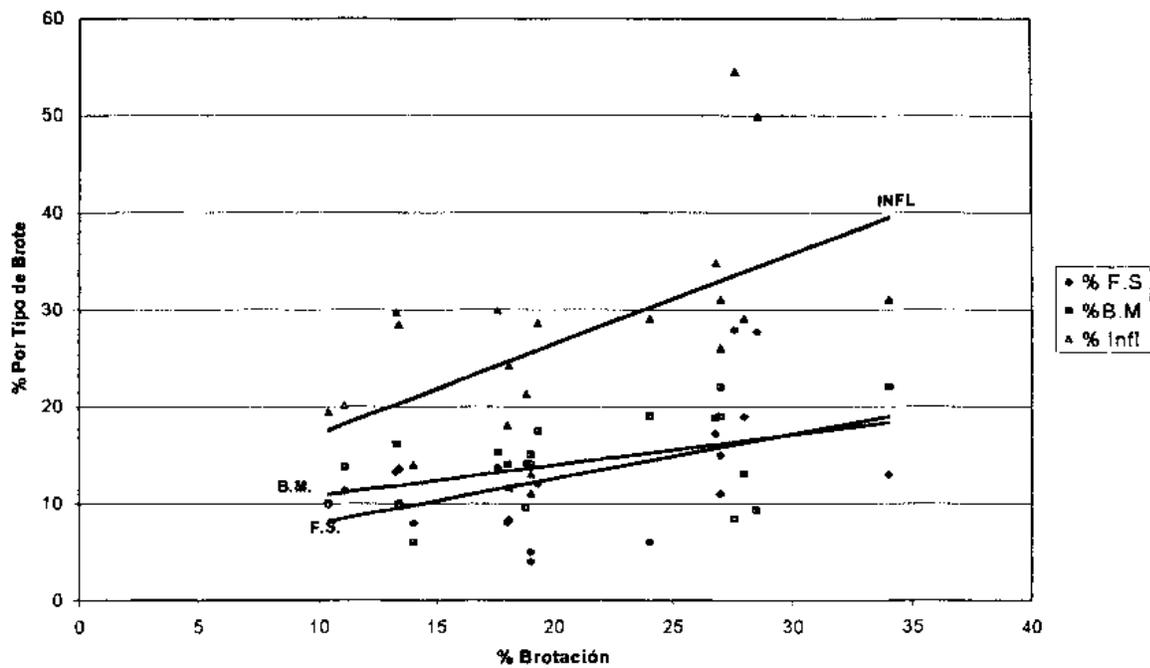


Figura 15: Relación % Brotación - %F.S., %B.M., %Infl.

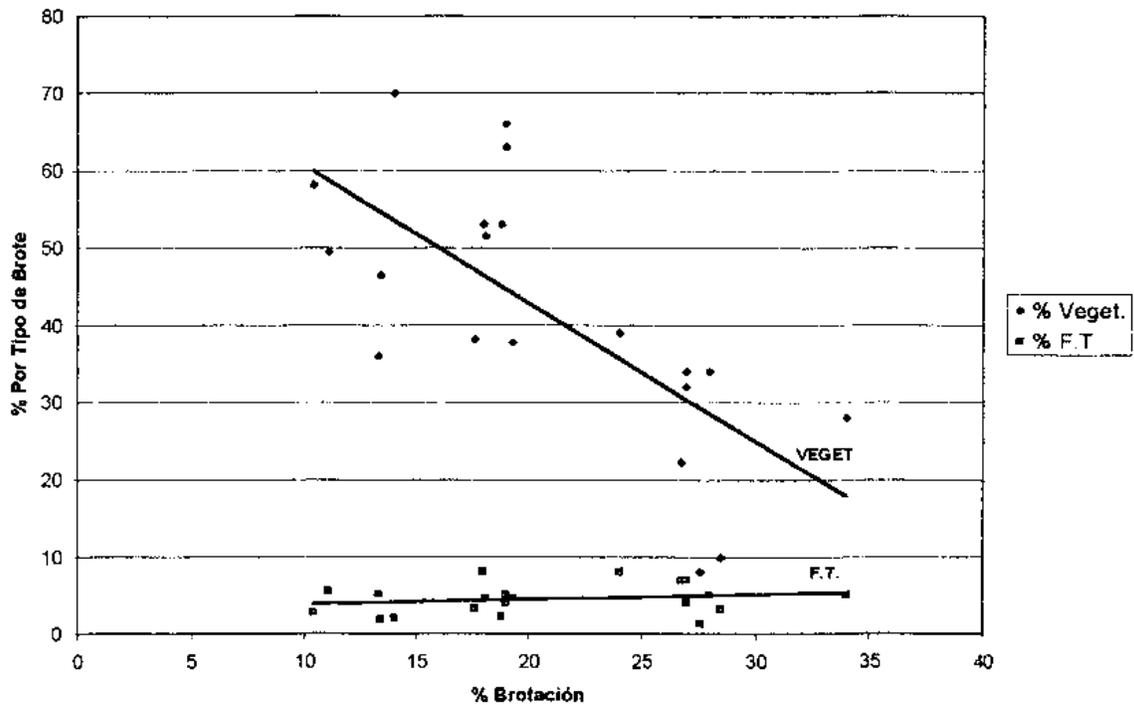


Figura 16: Relación % Brotación - % Vegetativos y %F.T.

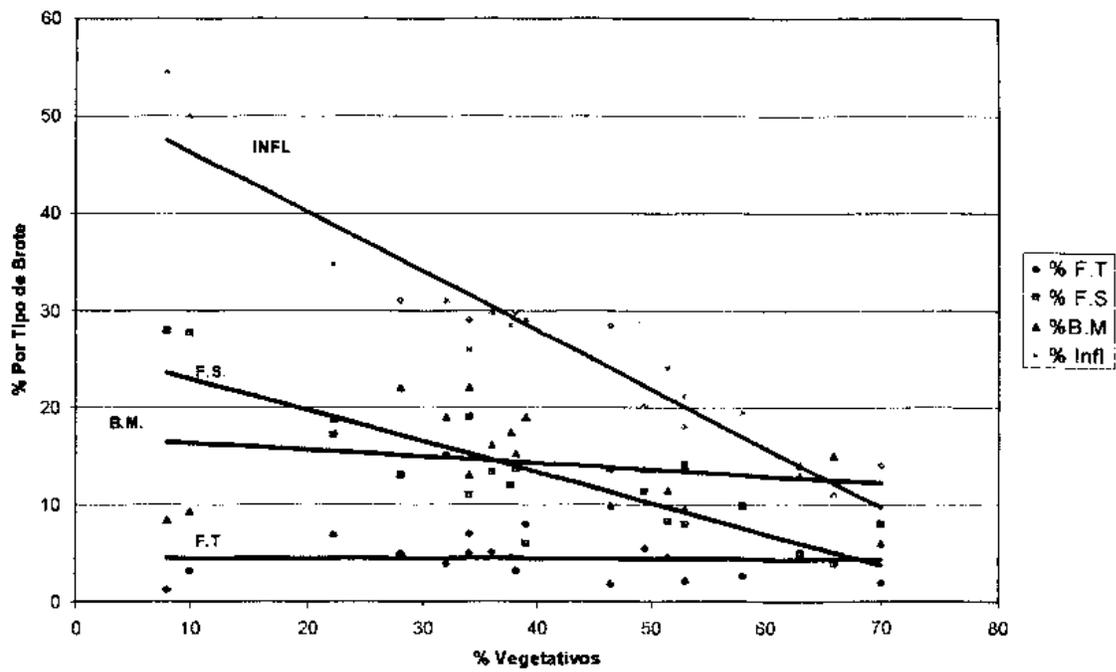


Figura 17: Relación % Vegetativos - % F.T., %F.S., %B.M., %Inflorescencias

Por último se comprueba que un incremento en el porcentaje de inflorescencias se acompañó con un aumento en el número de brotes tipo flor solitaria ($r=0,903$) mientras que los brotes mixtos y flor terminal no siguieron la misma tendencia, permaneciendo sin variaciones (Figura 18).

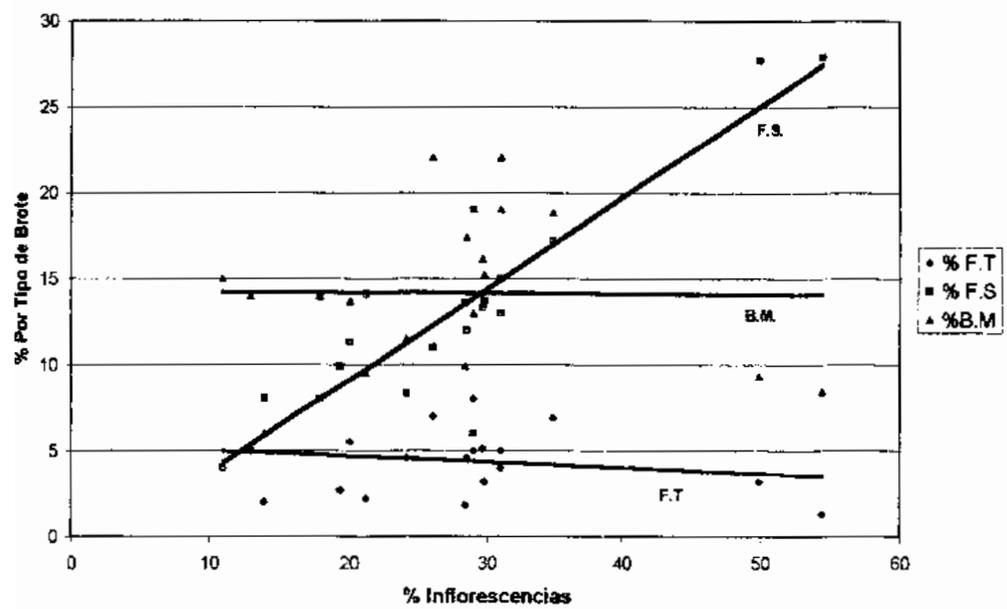


Figura 18: Relación % de Inflorescencias- %F.T., %F.S., %B.M.

2) Zona Sur - Departamento de San José

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos del número de frutos, rendimiento, parámetros de brotación e intensidad de floración para el ensayo de la zona Sur.

Cuadro 2- Número de frutos, rendimiento, parámetros de brotación y densidad de floración por árbol (Departamento de San José).

Nº Frutos	Rend (kg)	%Brot	%Veget	%F.T	%F.S	%B.M	%Infl	Fl/100 nudos
479	104,8	30,5	23,3	6,8	23,3	20,4	26,2	58
576	111,8	19,7	31,1	9,6	12,6	20	26,7	43
653	108,4	24,8	31,7	2,9	17,3	26	22,1	50
707	138,0	26,1	7,9	7,1	11,8	20,5	52,8	85
763	127,7	25	29,6	8,5	13,4	19	29,6	57
799	140,3	20	20,2	13,1	11,1	27,3	28,3	51
808	138,6	36,5	12,1	4,8	10,7	28,3	44,2	116
837	134,1	43,8	16,3	11,4	15,5	35	22	117
871	151,3	31,3	17,4	9,8	18,5	26,1	28,3	75
884	149,4	22,4	26,8	15,5	9,9	27,5	20,4	45
890	144,5	22,3	50	13,3	11,2	14,3	11,2	27
934	150,8	23,7	56,7	3,6	7	10,3	22,4	32
952	155,6	20	21,4	5,4	16,1	28,6	28,6	44
986	163,1	19,2	26,7	8	13,3	40	12	37
1015	158,4	30,7	47	6	11	23	13	47
1018	154,7	24	12,8	2,4	11,2	38,4	35,2	76
1051	183,0	23,4	13,5	6,7	17,7	26	36,1	68
1119	186,3	25,9	41,8	9	9,9	12,3	26,9	45
1129	148,5	21,6	29,9	5,2	7,8	18,2	39	58
1192	186,3	15,7	42,2	4,4	10,4	18,5	24,5	29

Referencias: N°Frutos: Número de frutos/árbol
 Rend(kg):Rendimiento/árbol
 %Brot : Brotación
 %Veget. :Brotos vegetativos

%F.T.: Brotes tipo flor terminal
 %Infl.: Brotes tipo inflorescencia
 %B.M: Brotes tipo mixto
 %F.S: Brotes tipo flor solitaria
 Fl/100nudos: Flores por 100 nudos

2.1) Estudio de la relación N° de Frutos – Rendimiento.

El análisis de estos componentes nos muestra que existe una fuerte correlación positiva significativa, con un coeficiente de correlación de 0,913 y un valor α de 0,0001 (Figura 19). Los valores obtenidos fluctuaron entre 480 y 1200 frutos y los rendimientos se mantuvieron en un rango de 100 y 190 kg/árbol aproximadamente. El valor de regresión calculado permite afirmar que el 83 % de la variación obtenida en el rendimiento estuvo determinada por el número de frutos.

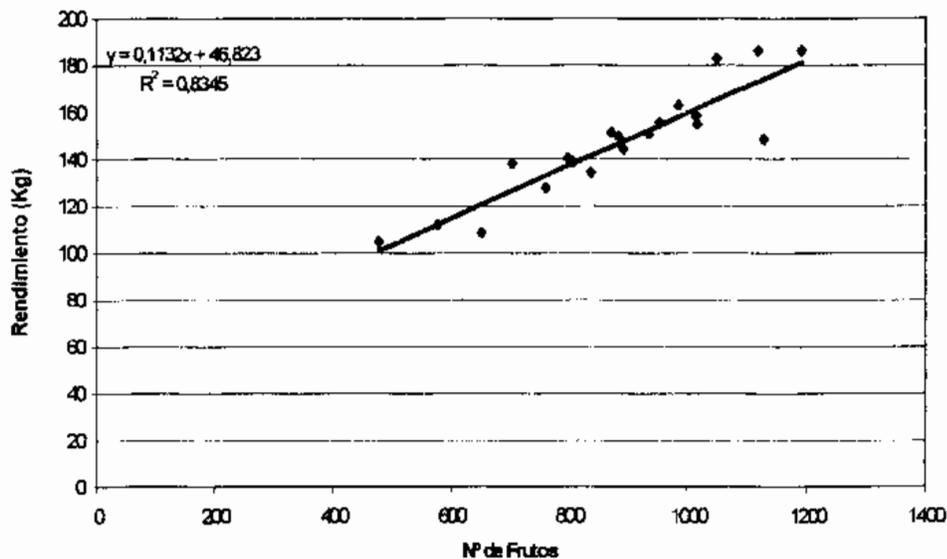


Figura 19: Relación Número de Frutos – Rendimiento

2.2) Relación N° de Frutos – Intensidad de Floración.

No se encuentra una relación entre estos dos parámetros para el rango de valores estudiados (Figura 20). Los valores de densidad de floración fluctuaron entre 25 y 120 flores/100 nudos, ubicándose la máxima concentración de datos entre valores de 40 y 80 flores/100 nudos. El coeficiente de correlación calculado fue levemente negativo ($r = -0,21$) y con baja significancia estadística ($\alpha = 0,373$); este valor, sumado al bajo coeficiente de regresión (0,0285) y el valor de R^2 (0,0443), muestran la falta de asociación entre las dos variables.

2.1) Estudio de la relación N° de Frutos – Rendimiento.

El análisis de estos componentes nos muestra que existe una fuerte correlación positiva significativa, con un coeficiente de correlación de 0,913 y un valor α de 0,0001 (Figura 19). Los valores obtenidos fluctuaron entre 480 y 1200 frutos y los rendimientos se mantuvieron en un rango de 100 y 190 kg/árbol aproximadamente. El valor de regresión calculado permite afirmar que el 83 % de la variación obtenida en el rendimiento estuvo determinada por el número de frutos.

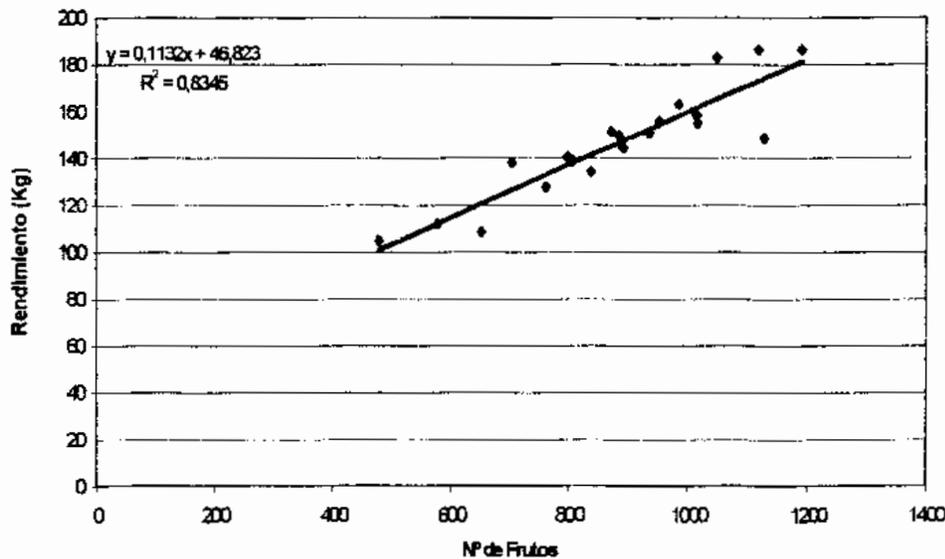


Figura 19: Relación Número de Frutos – Rendimiento

2.2) Relación N° de Frutos – Intensidad de Floración.

No se encuentra una relación entre estos dos parámetros para el rango de valores estudiados (Figura 20). Los valores de densidad de floración fluctuaron entre 25 y 120 flores/100 nudos, ubicándose la máxima concentración de datos entre valores de 40 y 80 flores/100 nudos. El coeficiente de correlación calculado fue levemente negativo ($r = -0,21$) y con baja significancia estadística ($\alpha = 0,373$); este valor, sumado al bajo coeficiente de regresión (0,0285) y el valor de R^2 (0,0443), muestran la falta de asociación entre las dos variables.

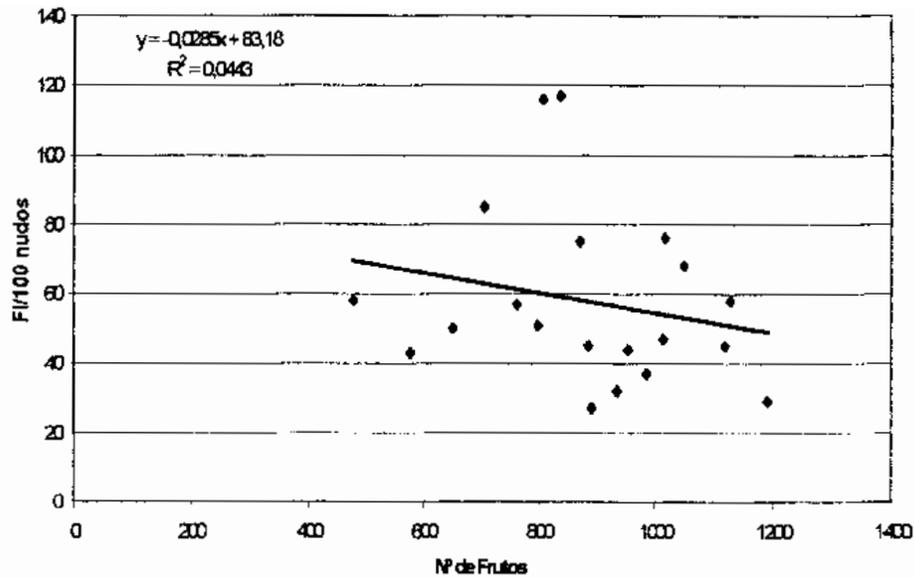


Figura 20: Relación Nº de Frutos – Intensidad de Floración

2.3) Relación Nº de Frutos - Parámetros de Brotación.

No se observa correlación, para el rango de valores estudiado, entre el número de frutos y la mayoría de los parámetros de brotación en estudio (Figura 21), a excepción del número de flores solitaria (Figura 22), las cuales sufren un descenso significativo medida que el número de frutos se ve incrementado ($r = -0,516$; $\alpha = 0,0198$).

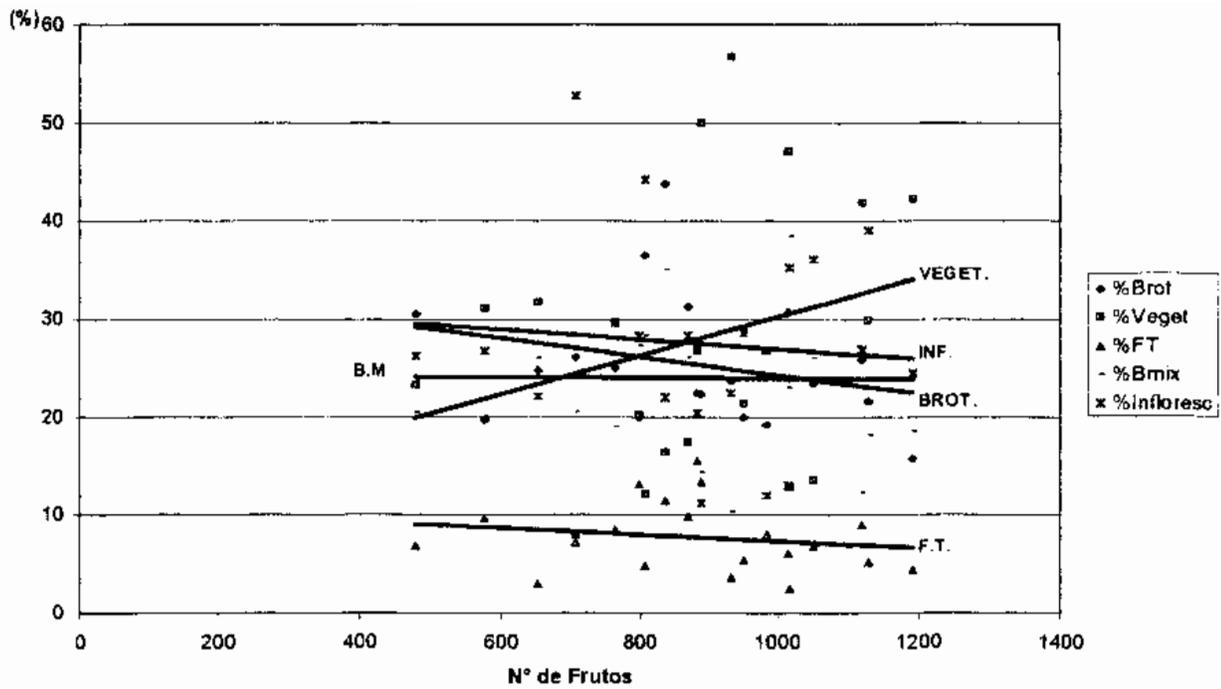


Figura 21: Relación Nº de Frutos - % Brotación, % de Brotes Vegetativos, % F.T, % B.M., %Infl.

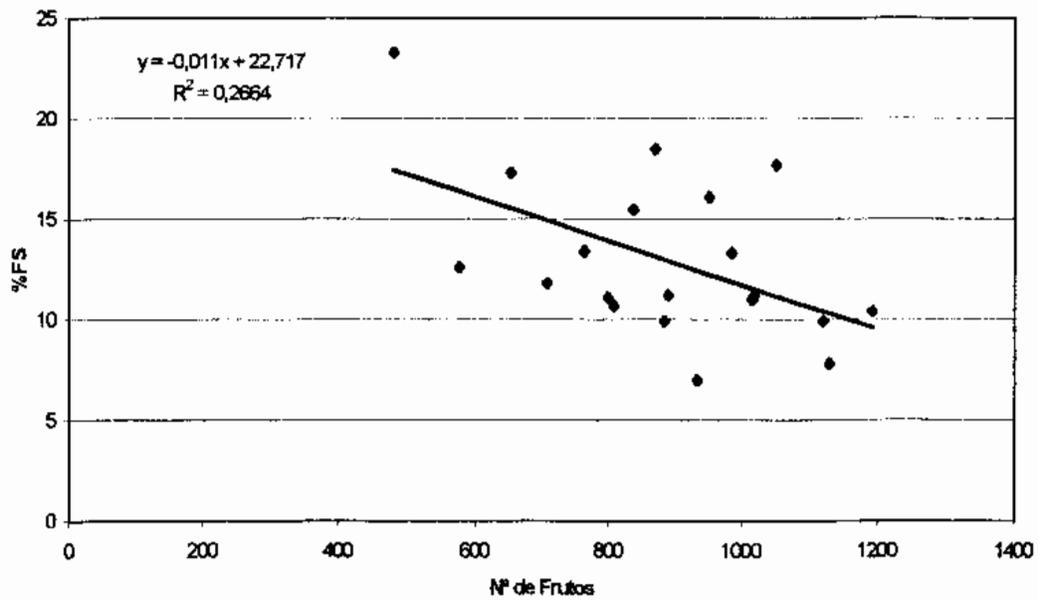


Figura 22: Relación Nº de Frutos - %F.S.

2.4) Relación Rendimiento – Parámetros de Brotación e Intensidad de Floración.

No se ha logrado identificar ningún tipo de correlación entre Rendimiento y los parámetros de Brotación en estudio. Existió una leve tendencia negativa, aunque lejos de alcanzar valores significativos, con el porcentaje de brotación y el porcentaje de flores solitarias; mientras que una tendencia positiva fue registrada para los brotes vegetativos. Los demás parámetros mantuvieron coeficientes de correlación cercanos a 0 con el rendimiento.

De igual forma no se registró, para el rango de valores estudiado, correlación entre el rendimiento y la intensidad de floración.

2.5) Relación Intensidad de Floración – Parámetros de Brotación.

2.5.1) Relación Intensidad de Floración - % de Brotación.

Se puede cuantificar una relación directa entre la intensidad de floración y el porcentaje de brotación. Se observa que un aumento en los niveles de brotación se corresponde con un aumento en la intensidad de floración (Figura 23). El coeficiente de correlación calculado es de 0,80, con alta significancia estadística ($\alpha=0,0001$).

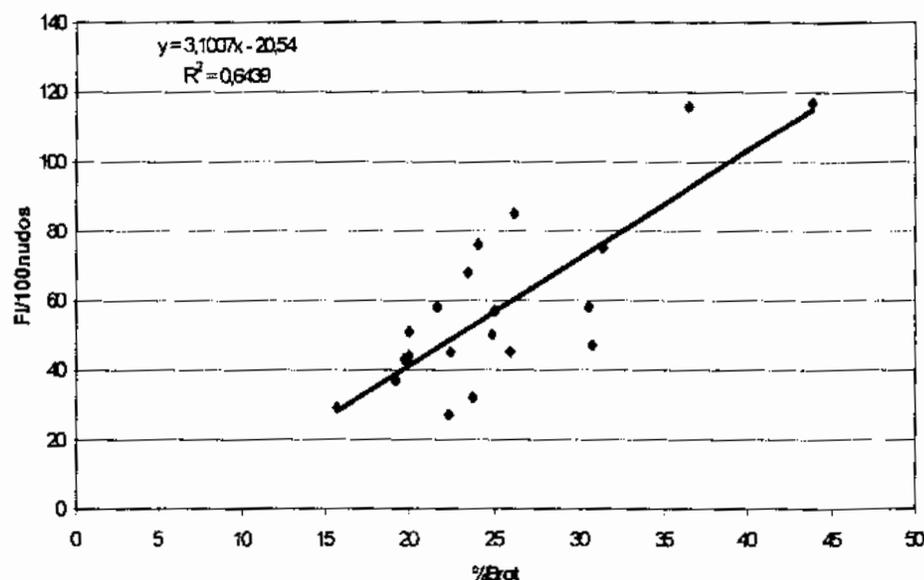


Figura N°23: Relación Intensidad de Floración - % de Brotación

El coeficiente de regresión indica que por cada 10 % de aumento en los niveles de brotación se corresponde un aumento aproximado de la floración en 30 flores/100 nudos.

2.5.2) Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos.

Una relación negativa altamente significativa queda establecida entre estos dos parámetros. El modelo para las dos variables se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático (Figura 24). El coeficiente de correlación calculado fue de $-0,854$ con un valor $\alpha=0,0001$.

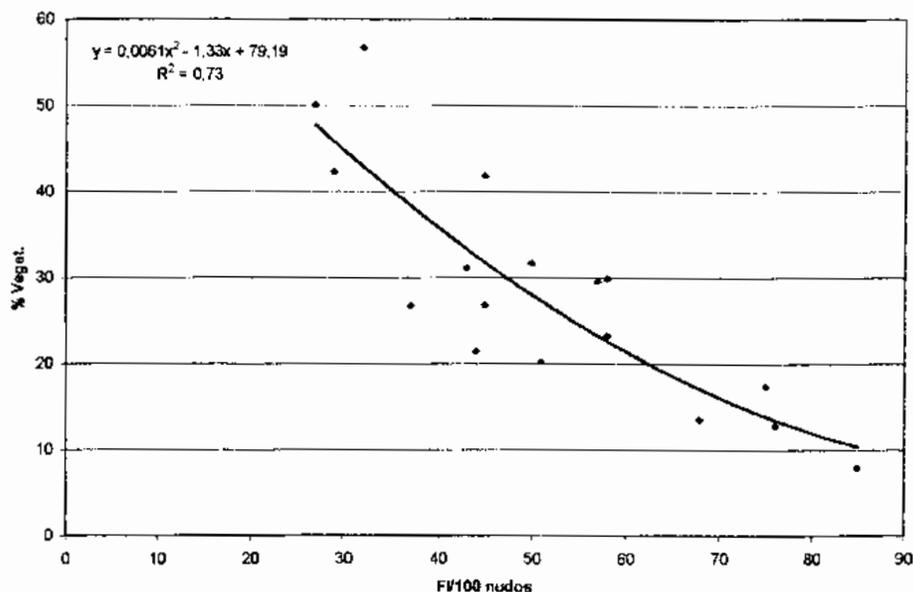


Figura 24: Relación Intensidad de Floración - % Brotes Vegetativos

2.5.3) Relación Intensidad de Floración - % de Inflorescencias.

Estos dos parámetros presentan una correlación positiva ($r=0,774$) altamente significativa ($\alpha=0,0002$). En el gráfico de la Figura 25 se observa la clara tendencia, de forma lineal, al aumento de los niveles de floración a medida que se produce un aumento de los brotes tipo inflorescencias.

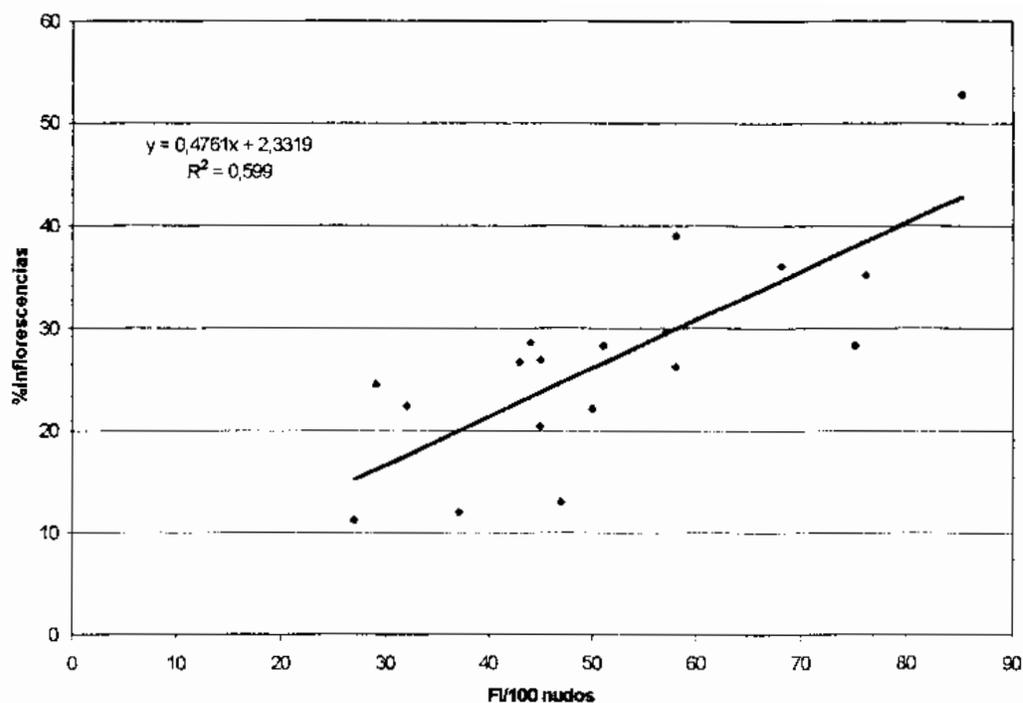


Figura 25: Relación Intensidad de Floración - % Inflorescencias.

2.5.4) Relación Intensidad de Floración - % F.T., %F.S., %B.M.

No se logró encontrar relación entre la intensidad de floración y el porcentaje de brotes tipo flor terminal y flor solitaria, mientras que existe una leve tendencia ($r=0,437$; $\alpha=0,0541$) al incremento de los brotes mixtos a medida que la floración se ve incrementada (Figura 26).

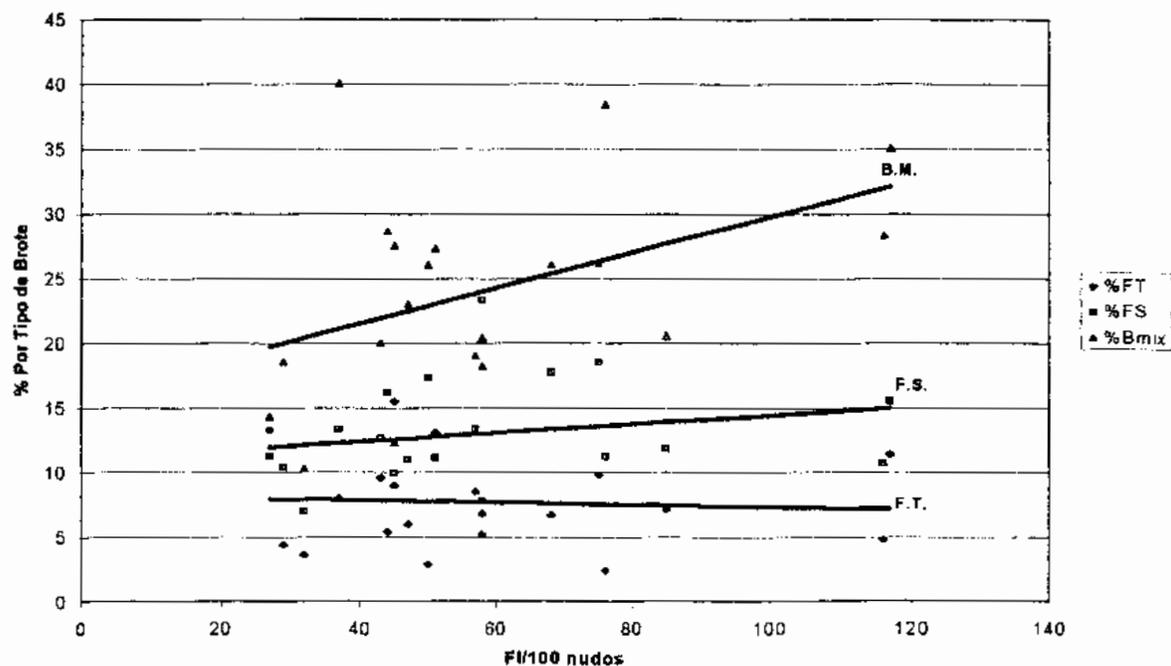


Figura 26: Relación Intensidad de Floración - % F.T, %F.S., %B.M.

2.6) Interrelación entre Parámetros de Brotación.

No se observó, para el caso del estudio en la zona sur, una relación entre la brotación y la distribución de los diferentes tipos de brotes. Un aumento en el porcentaje de brotación no produjo cambios significativos en la distribución de la brotación, si bien existió una leve tendencia a la disminución de los brotes vegetativos y al aumento de las inflorescencias y los brotes mixtos (Figura 27).

Analizando la distribución por tipo de brote se observa una interacción negativa entre los brotes vegetativos y los reproductivos. Un incremento de las inflorescencias, brotes mixtos y flores solitarias se acompaña de un descenso significativo en el porcentaje de los brotes vegetativos, mientras que no existe correlación con los brotes tipo flor terminal. Entre brotes reproductivos no se presenta ningún tipo de correlación

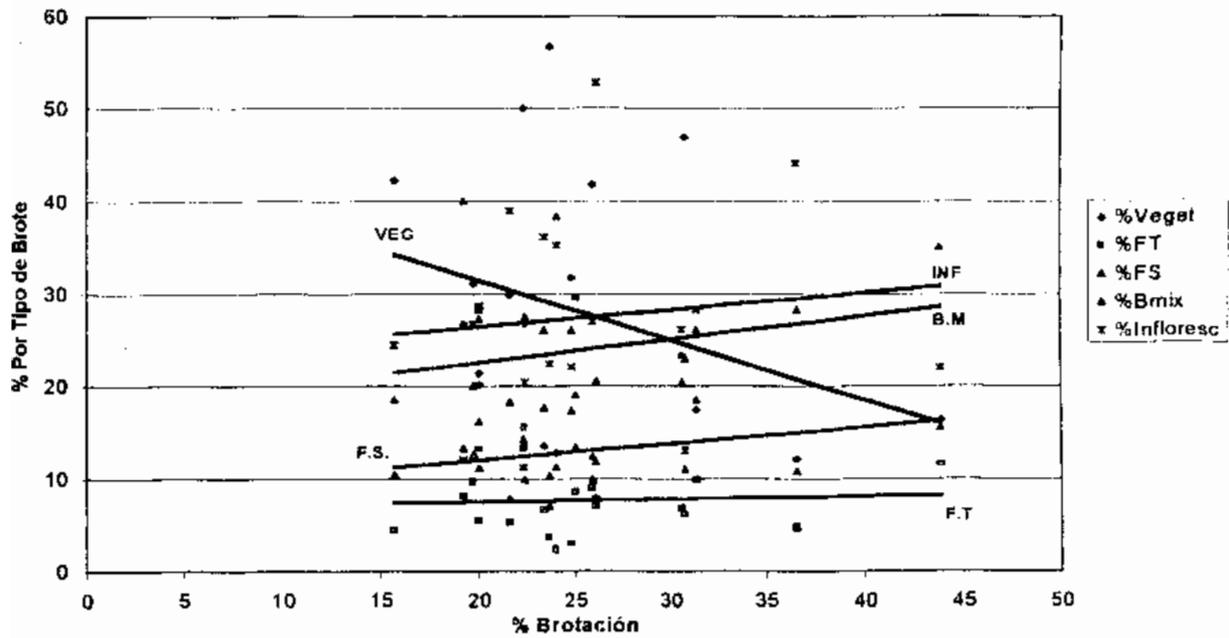


Figura 27: Relación entre Brotación y los diferentes tipos de brote

DISCUSION

1) Relación Número de frutos y Rendimiento.

El alto nivel de correlación entre el número de frutos y el rendimiento para los predios en ambas zonas del país estaría indicando que la mayor influencia sobre el rendimiento, al menos para el rango de valores estudiado, esta dado por el número de frutos y no por el segundo componente determinante del rendimiento que es el tamaño de frutos. Para cualquiera de las zonas el número de frutos por planta explicó más del 80 % de la variación observada en el rendimiento. Para el rango de número de frutos estudiados en la zona Norte (300-850) se observa un comportamiento similar al encontrado para dicho rango en la localidad de San José. Esto indicaría la similar tendencia a la reducción del peso medio de fruto a medida que se registra un aumento en el número de frutos, pasando de 200 g/fruto a 165 g/fruto para el rango de frutos anteriormente mencionado.

2) Influencia del fruto sobre la intensidad de floración.

Se ha registrado diferentes comportamientos para las dos situaciones estudiadas. En el ensayo de la zona Sur los árboles se presentan como árboles más productivos que los del norte del país, con un rendimiento promedio por planta de 146 kg. frente a 110 kg. en la zona Norte. Para la zona Norte se observa una fuerte caída de los niveles de floración a medida que la carga de fruta se ve incrementada. Tanto rendimiento como número de frutos se correlacionan de forma inversa con la intensidad de floración, observándose valores de correlación superiores a los encontrados por Moss (1971). A medida que la cosecha aumenta de 51 a 150 kg/planta la densidad de floración se reduce de 80 a 20 flores/100 nudos, valores notoriamente inferiores a los observados por Gravina (1999) para esta variedad. En este caso se observa una caída promedio en los niveles de floración de 0,63 flores/100 nudos por cada kilogramo de incremento en el rendimiento, mientras que para Gravina (1999), este descenso fue más drástico siendo de 1,83 flores/100 nudos por unidad de peso de incremento.

Los árboles de la zona Sur, si bien fueron más productivos, la carga de fruta no se correlaciona con la intensidad de floración. Para la zona Sur inclusive los niveles de intensidad de floración fueron promedialmente superiores.

Los resultados obtenidos indicarían una mayor capacidad de producción de los árboles de la zona Sur sin generar grandes desequilibrios reproductivos. Los árboles de la zona Norte, a juzgar por el comportamiento observado, serían más sensibles a la presencia del fruto inclusive a menores cargas de fruta.

A pesar que la sensibilidad a la presencia del fruto se hace evidente, la floración, para el rango de frutos estudiados no llega a descender por debajo de las 20 flores/100 nudos, niveles propuestos por Becerra y Guardiola (1984) a partir de los cuales un descenso en la floración provocaría mermas importantes en el rendimiento. El análisis de la cosecha posterior (datos no presentados) ratificaron lo observado por dichos autores y en ningún caso el número de frutos descendió por debajo de los 600 frutos/planta, niveles que se consideran no limitantes para la producción.

Para el ensayo de la zona Sur al no observarse una caída tan acentuada de los niveles floracionales a medida que la productividad se incrementa, se puede determinar que el límite productivo, sin que ocurran desequilibrios, se ubica en valores superiores que los presentados en la zona Norte. Se puede estimar que las plantas de la zona Sur pueden llegar a soportar una carga aproximada de 1100 frutos/planta sin comprometer la producción del ciclo siguiente ya que los niveles de floración para dicho valor se ubican entre las 20 y 80 flores/100 nudos. Esto representa una productividad por planta muy alta con valores de 170 kg/planta lo que llevado a productividad por superficie representa aproximadamente 70 ton/há.

La diferencia de tamaño y estructura entre los árboles de las diferentes zonas del país podría explicar la diferencia tanto en nivel de producción como en la sensibilidad de la floración a la carga de fruta. Los árboles de la zona Norte se presentan como árboles de mayor tamaño, pero con una gran zona improductiva al interior de la copa. Los árboles de la zona Sur, en cambio, si bien son de menor tamaño, presentan una zona productiva importante al interior de la copa por lo que, a pesar de su menor tamaño relativo, produciría rendimientos superiores a los registrados en el predio del Norte del país.

En los árboles de la zona Norte, al presentar una zona productiva efectiva menor que los árboles de la zona Sur, la inhibición del proceso de floración es más acentuada para un número de frutos determinado. El peso medio de fruto, para el máximo rendimiento y número de frutos obtenido, ronda los 170 gr., valor que se estima adecuado para la producción para la exportación, por tanto se puede afirmar que las plantas podrían ser capaces de soportar una mayor carga de fruta, pero la inhibición del proceso floracional al parecer se presenta como una limitante para plantas adultas con poca superficie productiva. Por tanto son factores ligados a eventos de regulación hormonal y no procesos nutricionales los que estarían determinando el menor potencial productivo en los árboles de la localidad del Norte del país.

Para la zona Sur, al presentar una mayor área productiva, los árboles son capaces de soportar una mayor carga de fruta antes de que la inhibición de la floración afecte el ciclo productivo siguiente. El peso medio de fruto se mantiene en torno a los 155 gr para el rendimiento determinado como máximo para no comprometer el siguiente ciclo productivo. Estos valores se mantienen dentro de los aceptables para la comercialización, por lo que se puede determinar que existe un adecuado equilibrio entre el proceso de inhibición de la floración y la capacidad de la planta de nutrir los frutos que se mantienen en crecimiento.

3) Parámetros de Brotación y Características de la floración.

3.1) Zona Norte

En la zona Norte la caída en los niveles de floración esta relacionada con un descenso en el nivel de brotación el cual se asocia con una disminución de los brotes florales y un aumento relativo de los brotes tipo vegetativos, resultados que se muestran en concordancia con los obtenidos por Becerra and Guardiola (1984) y Guardiola et. al (1987).

Los resultados obtenidos en esta localidad no se corresponden a los obtenidos por Moss (1971), quién no registró cambios en la distribución de la brotación a medida que existe variación de la carga de fruta.

Los brotes florales más afectados fueron las inflorescencias y brotes mixtos y en menor grado las flores solitarias, mientras que los brotes tipo flor terminal no parecen ser afectados por la carga de fruta. Los brotes tipo flor terminal se mantienen independientes de la intensidad de brotación, aumentado en nivel absoluto pero no así en forma relativa.

Al parecer el fruto ejerce un doble efecto, siendo un fuerte inhibidor de la brotación y a su vez produciendo una redistribución, en términos porcentuales, de los diferentes tipos de brotes, disminuyendo los reproductivos y aumentando los brotes vegetativos. Este efecto es similar al encontrado por varios autores mediante la aplicación de GA₃ (Monselise y Halevy, 1964; Moss, 1970; Guardiola et. al., 1977; Iwahori and Oohata, 1981; Davenport, 1983; García Luis et. al., 1986).

El estudio de la brotación en términos absolutos (datos no presentados) determina que la disminución de la brotación se asoció principalmente a un descenso significativo de los brotes reproductivos siendo los más afectados las inflorescencias ($r = 0,83$) y brotes mixtos ($r = 0,82$), y en menor magnitud las flores solitarias ($r = 0,75$) y los brotes tipo flor terminal ($r = 0,66$). El número de brotes vegetativos no fue afectado por el nivel de brotación por lo que su aumento en términos porcentuales se explica por la disminución de los brotes florales resultados similares a los encontrados por Guardiola et. al. (1977, 1982) y Davenport (1983). Por lo tanto parecería que el efecto inhibitorio de la floración por parte del fruto es selectivo, y la disminución de la brotación se correlaciona fuertemente con la disminución de brotes reproductivos.

3.2) Zona Sur

Los árboles de la zona Sur muestran un comportamiento similar en cuanto a la respuesta de la floración con los niveles de brotación. A diferencia de la zona Norte, la carga de fruta, para el rango de valores estudiados, no parece afectar la brotación de primavera, y la alta correlación encontrada entre brotación y floración hacen por tanto que la floración no se encuentre relacionada con los niveles de carga de fruta. Las inflorescencias y los brotes mixtos son las estructuras que mayor aporte realizan a los niveles de floración y los mismos no disminuyen a medida que la carga de fruta

aumenta, explicando así el comportamiento general de la floración. El descenso se produce en las flores solitarias, pero no parecen afectar la tendencia de la floración. Estos árboles, al parecer, son capaces de mantener niveles productivos altos sin comprometer el ciclo productivo siguiente.

El estudio de la brotación en términos absolutos (datos no presentados) vuelve a ratificar que la variación en los niveles de brotación afecta principalmente a los brotes florales, mientras que los vegetativos se mantienen independientes de la brotación ($r = 0,11$). Los brotes florales más afectados en términos absolutos son las flores solitarias ($r = 0,78$) y brotes mixtos ($r = 0,77$) y en menor magnitud las inflorescencias ($r = 0,59$) y los brotes tipo flor terminal ($r = 0,57$).

Por lo tanto el efecto principal que ejerce el fruto radica en la inhibición de la brotación y en tales términos al parecer existe una mayor sensibilidad de los brotes florales al proceso inhibitorio, explicando así la asociación encontrada entre los niveles de brotación y la intensidad de floración. El efecto inhibitorio de la brotación y floración es dependiente de la capacidad del árbol de soportar una determinada carga de fruta en relación a su tamaño y volumen productivo.

RESUMEN

Se estudió el efecto de la carga de fruta sobre la brotación y floración en árboles adultos de naranja 'Valencia' en 2 zonas del país (Paysandú y Kiyú).

Se observó un comportamiento diferencial en ambas zonas. Mientras que un aumento en la carga de fruta disminuyó la intensidad de floración y brotación en el predio de Paysandú, las mismas no fueron afectadas en la zona de Kiyú. Esto puede ser debido a la diferencia en la estructura de los árboles y el volumen de productivo de copa de los árboles.

La intensidad de floración se correlacionó positivamente, en ambas localidades, con la intensidad de brotación y un aumento de la misma produjo una redistribución en términos porcentuales aumentando las inflorescencias y disminuyendo el porcentaje de brotes vegetativos. En la localidad de Paysandú adicionalmente se produjo un aumento de los brotes mixtos y flores solitarias, mientras que los brotes tipo flor terminal no se modificaron para ninguna de las zonas.

El estudio en términos absolutos determinó que la disminución de la brotación afectó principalmente a los brotes florales mientras que los brotes vegetativos se mantienen constantes en su número.

Al parecer el fruto ejercería un fuerte efecto inhibitorio de la brotación, siendo los brotes florales los más sensibles al proceso, explicando así el comportamiento general de la floración.

SUMMARY

The effect of fruit load on sprouting and flowering in adult 'Valencia' orange trees was studied in two different locations of Uruguay (Paysandú and Kiyú).

A different behavior was observed at both zones. While an increment of fruit load diminished the flowering and sprouting intensity in Paysandú, those parameters were not affected in Kiyú. This effect could be due to differences in trees structure and canopy productive volume.

The Flowering intensity at both locations, was correlated in a positive way, with sprouting intensity, and an increase of it produced a redistribution in porcentual terms, increasing inflorescences and reducing vegetatives shoots. In addition, in Paysandú, an increment of leafy multiflowered and leafless single flowered shoots was observed, while leafy single flowered ones were not modified in both locations.

In absolute terms the study determined that the decrease of sprouting affected the reproductive shoots while vegetative ones kept constant in their number.

It seems that fruit load exert a strong inhibitory effect on sprouting, being the reproductive shoots more sensitive to the process, explaining in that way the general flowering behavior.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Agustí, M, Almela, V. y Pons, J. 1988. Rayado y estímulo de la floración en los agrios. Su aplicación agronómica. Actas III congreso S.E.C.H.
- Agustí, M. y Almela, V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Barcelona, Ed. Aedos. 261 p.
- Agustí, M., García-Mari, F., and Guardiola, J.L. 1982. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. *Scientia Horticulturae*, 17: 343-352.
- Albrigo, L.G. 1997. Induction and flowering processes: Florida perspective. En Futch, S. And W. Kender (Eds.): Citrus flowering and fruiting. Short Course. Citrus research and Education Center, L. Alfred, Fla. p 22-24.
- Ali, A.G., and Lovatt, C.J. 1994. Winter application of Low-biuret Urea to the Foliage of 'Washington' Navel Orange Increased Yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1144-1150.
- Ali, A.G. and Lovatt, C.J. 1995. Relationship of polyamines to low-temperature stress-induced flowering of 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of Horticultural Science*. 70(3) 491-498.
- Arias, M. 1999. Cuantificación y evolución de poliaminas en los cítricos. Comparación de especies con diferente comportamiento reproductivo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica, España. 87 p.
- Ayalon, S. and Monselise, S.P. 1960. Flower Bud induction and Differentiation in Shamouti Orange. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75: 165-171.
- Becerra, S. and Guardiola, J.L. 1984. Interrelationship between flowering and fruiting in sweet orange, cv. 'Navelina'. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. I: 190-194.
- Bernier, G., Kinet, J.M. and Sachs, R.M. 1981. The physiology of flowering. Vol.2 CRC Press, Inc, Boca Ratón, Florida. p 165-170.
- Boroto, C.G., López, V.M. y Hidalgo, O. 1981. Efecto del stress hídrico y la presencia de frutos de la cosecha anterior sobre el rendimiento de los naranjos Valencia. *Centro Agrícola*, N° 2. 43-56.

- Davenport, T.L. (1983). Daminozide and Gibbellen Effects on Floral Induction of *Citrus latifolia*. HortScience 18(6): 947-949.
- Davenport, T.L. (1986). Flowering of 'Tahiti' lime. In: Citrus flowering, fruit set and development. Citrus short course. Ferguson, J.J. Eds. Fruit crop dept. IFAS, Univ. Of Florida. p 1-86.
- Davenport, T.L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12:349-407
- Davies, F.S., Albrigo, L.G. 1994. Citrus. CAB International. 254 p.
- Delhom, M.J. y Primo Millo, E. 1993. El cuajado del fruto en las nuevas variedades. Levante agrícola. Núm. 322. pp. 4-8.
- Frómata, E., Alvarez, M. y Howell, E. 1979. Fenología en cítricos. I- Naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck). Fruits. Vol.34 (7-8): 489-497.
- Furr, J.R. and Armstrong, W.W. 1956. Flower induction in Marsh Grapefruit in Coachella Valley, California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 176-182.
- Galston, A.W. 1983. Polyamines as modulators of plant development. Bioscience 33: 382-388.
- García-Luis, A., Kanduser, M., Sánchez-Perales, M., Santamarina, P., and Guardiola, J.L. 1992 (a). The characterization of the inductive effect of low temperatures on flowering in Citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1: 364-367.
- García-Luis, A., Kanduser, M., Santamarina, P., and Guardiola, J.L. 1992 (b). Low temperatures influence of flowering in Citrus. The separation of inductive and bud dormancy releasing effect. Physiol. Plant. 86: 648-652.
- García-Luis, A., Fornes, F., Sanz, A. and Guardiola, J.L. 1988. The regulation of flower and fruit set. The relation to carbohydrate levels. Israel J. of Botany. 37:189-201.
- García-Luis, A., Almela, V., Monerri, C., Agusti, M. and Guardiola, J.L. 1986. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. Physiol. Plant. 66: 515-520.
- García-Luis, A., Fornes, F. and Guardiola, J.L. 1995. Leaf Carbohydrates and Flower Formation in Citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(2): 222-227.
- Goldschmidt, E.E. . 1997. Effect of Climate on Fruit Development and Maturation. En: Futch, S. And W. Kender (Eds.): Citrus Flowering & Fruiting. Short. Course. Citrus Research and Education Center, L. Alfred, Fla. p 93-96.

-Goldschmidt, E.E. and Golomb, A. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 206-208.

-Goldschmidt, E.E., Aschkenazi, N., Herzano, Y., Shaffer, A.A. and Monselise, S.P. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Sci. Hortic.* 26: 159-166.

-Goldschmidt, E.E., Tamin, M. and Goren, R. 1997. Gibberellins and Flowering in Citrus and other Fruit Trees: A Critical Analysis. *Acta Horticulturae* 463: 201-208.

-González, J., Borroto, C.G., Blanco, M., Escalona, M. y Nieves, N. 1986. Control de la floración en cítricos, Relación con los contenidos de Acido Giberelico y Acido Abscisico. *Memorias Simp. Int. Citricultura Tropical*. Vol 1. 285:291.

-Gravina, A. 1999. Ciclo fenológico-reproductivo en Citrus. Bases fisiológicas y manejo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 55 p.

-Gravina, A., Arbiza, Arias, M., H., Ferenczi, A., Franco, Gambetta, G., Orlando, L., Severino, V., Telias, A. 2000 b. Relaciones Floración-Fructificación en Cultivares de Citrus. Resultados de investigación y desarrollo tecnológico del rubro Citrus. p. 5-7.

-Gravina, A., Arbiza, H., Arias, M., Ronca, F. 1997. Estudio de la floración en el tangor 'Ellendale' (*Citrus sinensis* L. Osb. X *C. reticulata* Bl.) y sus relación con el cuajado de frutos y productividad. *Agrociencia*, I (1): 55-59.

-Gravina, A., Arbiza, H., Ferenczi, A., Franco, J., Gambetta, G., Orlando, L., Severino, V., Telias, A. 2000. Estudio de los componentes del rendimiento en naranjas 'Valencia' y 'Salustiana' (*Citrus sinensis* L. Osb.). Resultados de investigación y desarrollo tecnológico del rubro Citrus. *Memorias*. p 59-61.

-Guardiola, J.L. 1981. Flower initiation and development in Citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. p 242-246.

-Guardiola, J.L. 1988. Factors limiting productivity in Citrus. A physiological approach. *Proc. Sixth. International Citrus Congress*. p 381-394.

-Guardiola, J.L. 1992. Fruit set and growth. *Second International Seminar on Citrus*. Bebedouro, Sao Paulo, Brazil. p 1-30.

-Guardiola, J.L. 1997. Overview of flower bud induction, flowering and fruit set. En: Futch, S. And W. Kender (Eds.): *Citrus Flowering & Fruiting*. Short Course. Citrus Research and Education Center, L. Alfred, Fla. p 5-21.

- Guardiola, J.L., Agustí, M. and García-Mari, F. 1977. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:696-699.
- Guardiola, J.L., García-Mari, F. and Agustí, M. 1984. Competition and fruit set in the Washington navel orange. Physiol. Plant. 62: 297-302.
- Guardiola, J.L., Monerri, C. and Agustí, M. 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in Citrus. Physiol. Plant. 55: 136-142.
- Guardiola, J.L., Agustí, M., García-Luis, A., Almela, V., Monerri, C. y Alberti, C. 1987. Fisiología del Desarrollo en los Agrios. Fruticultura Profesional N° 7: 68-72.
- Hall, A.E.; Khairi, M.M.A and Asbell, C.W. 1977. Air and Soil effects on flowering of Citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(3): 261-263.
- Hilgeman, R.H., Dunlop, S.A. and Sharp, F.O. 1967. Effect of time of harvest of 'Valencia' orange in Arizona on fruit grade and size and yield, the following year. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 90: 103-109.
- Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of Citrus. En: The Citrus Industry, Vol I, W. Reuther, L.D. Batchelor y H.J. Webber (eds.), Univ. Calif. Div. Agr. Sci., California. p. 453-455.
- Iwahori, S. and Oohata, J.T. 1981. Control of flowering of Satsuma Mandarins (*Citrus unshiu* Marc.) with Gibberellin. Proc. Int. Soc. Citriculture. p 247-249.
- Jahn, O. L. 1973. Inflorescence types and fruiting patterns in Hamlin and Valencia oranges and Marsh grapefruit. Amer. J. Bot. 60(7): 663-670.
- Jones, W.W. and Cree, C.B. 1954. Effect of Time of Harvest on Yield, Size, and Grade of Valencia Oranges. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64: 139-145.
- Jones, W.W., Coggins, C.W., Jr., and Embleton, T.W. 1977. Growth Regulators and Alternate Bearing. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:657-660.
- Jones, W.W., Embleton, T.W., Steinacker, M.L. and Cree, C.B. 1970. Carbohydrates and Fruiting of 'Valencia' Orange Trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(3): 380-381.
- 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(4): 337-341.
- Khalifah, R.A., Lewis, L.N., and Goggins, C. W. 1965. Isolation and properties of giberellin-like substances from citrus fruits. Plant. Physiol. 40: 441-445.

- Krajewski, A.J. and Rabe, E. 1995. Citrus Flowering: A critical evaluation. *Journal of Horticultural Science*. 70(3): 357-374.
- Kushad, M.M. and Yelenosky, G. 1987. Evaluation of polyamines and proline levels during low temperatures acclimation of citrus. *Plant Physiol*. 84: 692-695.
- Kushad, M.M., Yelenosky, G. and Orvos, A.R. 1990. Relative Changes in Polyamines during Citrus Flower Development. *HortScience* 25(8): 946-948.
- Lenz, F. 1969. Effect of daylength and temperature on the vegetative and reproductive growth of 'Washington navel' orange. *Proc. Int. Citrus Symp.* 1: 333-338.
- Lord, E.M. and Eckard, J. K. 1985. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). I. Floral and Inflorescence Ontogeny. *Bot. Gaz.* 146(3):320-326.
- Lord, E.M. and Eckard, J. K. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA3 treatment. *Bot. Gaz* 148(1): 17-22.
- Lovatt, C.J., Streeter, S.M., Minter, T.C., O'Connell, N.V., Flaherty, D.L., Freeman, M.W. and Goodell, P.B. 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* [L.] Osbeck, cv. 'Washington' navel orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. Vol 1: 186-190.
- Lovatt, C.J., Zheng, Y. and Hake, K.D. 1988(a). A New look at the Kraus-Kraybill Hypothesis and Flowering in Citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. p 475-483.
- Lovatt, C.J., Zheng, Y., and Hake, K.D. 1988 (b). Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in Citrus. *Israel J. Bot.* 37: 181-188.
- Lovatt, C.J., Sagee O., Ali, A.G., Zheng, Y. and Protacio, C.M. 1992. Influence of Nitrogen, Carbohydrate, and Plant Growth Regulators on Flowering, Fruit set, and Yield in Citrus. *Proceedings of Second International Seminar on Citrus Physiology*. Bebedouro, Sao Paulo, Brazil. p 31-53.
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Comisión Honoraria Nacional del Plan Citícola. Censo Nacional Citícola 1996. 100 p. ✓
- Monselise, S.P. 1985. Citrus and related genera. In *Hand-book of flowering*. A.H.Halevy, (Ed.) Vol 2: 281-289. CRC Inc., Boca Raton, Fl. ISBN 08493-3912-X.
- Monselise, S.P., Goldschmidt, E.E., Golomb, A. and Rolf, R. 1983. Alternate Bearing in Citrus: Long-term Effects of a Single Girdling Treatment on Individual 'Michal' Tangerine Branches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(3): 373-376.

- Monselise, S.P. and Goldschmidt, E.E., 1982. Alternate bearing. Horticultural Review. En Jules Janiack eds. Avi publishing. Vol 4: 141-143.
- Monselise, S.P, Goren, R. and Halevy, H. 1966. Effects of B Nine, Cycocel and Benzothiazole Oxyacetate on Flower Bud Induction of Lemon Trees. Am. Soc. Hort. Sci. V89 : 195-200.
- Monselise, S.P. and Halevy, A.A. 1964. Chemical inhibition and promotion of Citrus flower bud induction. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84: 141-146.
- Moss, G.I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. J. Hort. Sci. 44: 311-320.
- Moss, G.I. 1970. Chemical control of flower development in sweet orange (*Citrus sinensis*). Aust. J. Agric. Res. 21: 233-242.
- Moss, G.I. 1971. The effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46: 177-184.
- Moss, G.I., Steer, B.T. and Kriedemann, P.E. 1972. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit setting by sweet oranges (*Citrus sinensis*). Physiol. Plant. 27: 432-438.
- Moss, G.I. 1976. Temperature Effects on Flower Initiation in Sweet Orange (*Citrus sinensis*). Aust. J. Agric. Res. 27: 399-407.
- Moss, G.I.; Bevington, K.B.; Gallasch, P.T.; El-Zeftawi, B.M.; Thornton, I.R.; Bacon, P. and Freeman, B. 1977. Methods to control alternate cropping of Valencia orange trees in Australia. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 704-708.
- Ogaki, C., Fujita, K. and Ito, H. 1963. Investigation on the cause and control of alternate bearing in Unshiu orange trees. IV. Nitrogen and carbohydrate contents in the shoots as related to blossoming and fruiting. J. Japan. Soc. Hortic. Sci. 32: 157-167.
- Patiño, M. 1998. La Citricultura en Uruguay, su Evolución hacia el 2000. Todo Citrus. N° 3: 37-48.
- Poerwanto, 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.
- Priestley, C.A. 1971. Carbohydrate storage and utilization. In: Physiology of tree crops. L.C. Luckwill and C.V. Cutting (Eds) Academic Press, New-York and London. pp 113-127.

- Rabe, E., 1990. Stress physiology: The functional significance of the accumulation of nitrogen containing compounds. *J. Hort. Sci.* 65(3): 231-243.
- Rabe, E. 1994. Yield benefits associated with pre-blossm low-biuret urea sprays on Citrus spp. *Journal of Horticultural Science.* 69(3): 495-500.
- Randhawa, G.S. and Dinsa, H.S. 1947. Time of blossom bud differentiation in Citrus. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 50: 165-171.
- Razeto, B. y Longueira, J. 1987. Inducción de floración otoñal en limonero mediante deficit hídrico y remoción de frutos. *Agricultura Técnica (Chile)* 47(1): 71-74.
- Sachs, R.M. and Hackett, W.P. 1983. Source-sink relationship and flowering. In *Strategies of plant reproduction.* W.I. Meudt (Ed). Allanheld, Osmun, Totowa. p 263-272.
- Sagee, O. and Lovatt, C.J. 1991. Putrescine content parallels ammonia and arginine metabolism in developing flowers of 'Washington' navel orange. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116: 280-285.
- Soler, J. 1999. Reconocimiento de Variedades de Cítricos en Campo. Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Série de Divulgació Técnica nº 43: 52-53.
- Southwick, M.S. and Davenport, T.L. 1986. Characterization of Water Stress and Low Temperature Effects on Flower Induction in Citrus. *Plant Physiol.* 81: 26-29.
- Southwick, M.S. and Davenport, T.L. 1987. Modification of Water Stress-Induced Floral Reponse in 'Tahiti' lime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2): 231-236.
- Tamim, M., Altman, A., Goren R. and Goldschmidt, E.E. 1997. Modification of the time and intensity of flowering in citrus cultivars by water stress, light, low temperatures and growth regulators. *Proc. Int. Soc. Citriculture* pp. 945-948.