



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA
 DIRECCION GENERAL DE
 INVESTIGACION AGROPECUARIA

**CENTRO DE
 INVESTIGACIONES
 AGRICOLAS
 "ALBERTO BOERGER"**

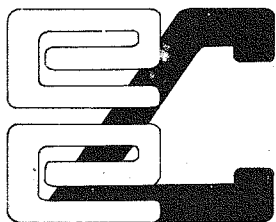
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA



CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS
 ALBERTO BOERGER
 Estación Experimental "Los Brujas"
 BIBLIOTECA
 URUGUAY

**INFLUENCIA
 DE LA DISTANCIA
 DE PLANTACION
 EN MONTE/ CITRICOS**

AGOSTO, 1981



ESTACION EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

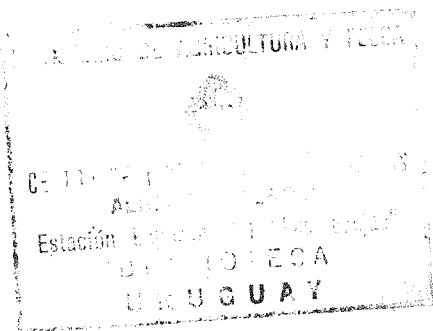
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

"ALBERTO BOERGER"

ESTACION EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA

INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE
PLANTACION EN LOS MONTES CITRICOS



ISMAEL MULLER*

Agosto, 1981

* Ing. Agr., M.S., Director de la Estación Experimental de Citricultura

I. INTRODUCCION

La distancia de plantación en los montes cítricos ha sido objeto de considerable estudio en otros países donde elementos de orden económico han incidido gravemente en la rentabilidad del cultivo. Si bien este aspecto se presentó en los países altamente tecnificados hace ya varios años, en los subdesarrollados se está convirtiendo en un factor clave y muchos productores han encarado la replantación en las filas de los montes existentes actualmente a fin de incrementar el rendimiento por unidad de superficie. Este es un caso frecuente en nuestro país donde la situación se ve agravada aún más por problemas sanitarios, climáticos y de manejo. Aunque no existe investigación a nivel nacional, la experiencia recogida durante años en otros países puede ser orientativa para los citricultores quienes en los últimos años han incrementado considerablemente el área plantada y para las futuras plantaciones que se están encarando en este momento de expansión de la citricultura.

Esta revisión tiene como objetivo exponer los trabajos y conclusiones a que se han llegado hasta el presente en otras áreas citrícolas y a la vez responder al creciente interés en este tema por parte de los productores, quienes se han visto paulatinamente presionados por diversos factores en la necesidad de incrementar la productividad del área disponible. Algunos de estos factores podrían resumirse de la siguiente manera:

1) Necesidad de una rápida amortización de la inversión realizada. El flujo de dinero en efectivo se ha convertido en un grave problema en los países desarrollados y más aún en los subdesarrollados. Los costos en todas las etapas de desarrollo de un monte han aumentado considerablemente y esta tendencia continuará a nivel mundial. Los productores que intentan nuevas plantaciones tiene la necesidad de que la producción comercial comience en un menor lapso de tiempo, a efectos de amortizar rápidamente la inversión y estar en condiciones de obtener beneficios necesarios para un adecuado mantenimiento y manejo del monte. Una de las formas posibles de lograrlo es a través del aumento del número de plantas por unidad de superficie.

2) Costos fijos. Estos se han incrementado considerablemente en los últimos años. Las tasas de interés poseen una gran incidencia en cualquier tipo de inversión; en el área de la citricultura tienen una gran influencia si se considera que el establecimiento de un nuevo monte debe considerarse como una inversión a largo plazo. De lo expuesto, es claro que si los costos fijos son cada vez mayores, deberán obtenerse mayores ingresos por cada hectárea de monte plantada.

3) Costos variables. La dependencia de gran parte de los insumos importados cuyos precios aumentan constantemente, así como el costo de la mano de obra tiene cada vez mayor peso en el resultado económico final de la inversión. Los fletes, ya sea internos o externos, también merecen una consideración especial en cuanto a su creciente incidencia. La única forma de absorberlos o contrarrestarlos es aumentando la productividad por unidad de superficie, por lo que el aumento de la densidad de plantación parece ser una de las opciones que el productor tiene a mano.

4) Energía. Las plantaciones muy espaciadas provocan un gasto considerable por la utilización de maquinarias cada vez más potentes que se desplazan entre las filas cubriendo relativamente pocas plantas, tanto en curas como en el manejo general del monte. El consumo energético en todas las etapas debe ser estudiado muy cuidadosamente. La opción de una mayor densidad de plantación podría permitir minimizar el costo de combustible requerido por planta en las diversas operaciones de manejo de la plantación.

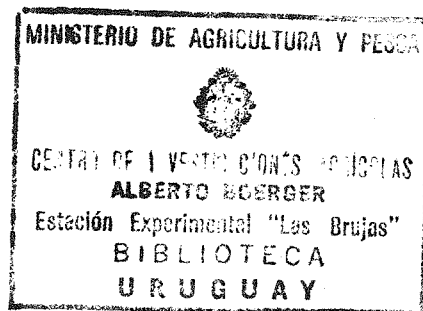
5) Problemas de cosecha. Los costos de cosechas se incrementan en términos generales con el costo de la vida y es de esperar que en el futuro éstos lleguen a incidir en una gran medida en el costo total de producción. Aunque es un costo variable; en otros países tiene un peso extraordinario, por lo cual se enumera aparte; en el nuestro en cambio, aún no experimenta la magnitud de otras áreas avanzadas. Si las plantas continúan siendo de gran porte es de esperar que la labor de cosecha pueda carecer de motivación para los cosechadores como ha ocurrido en diversas situaciones. Respondiendo a esto, el obtener un árbol más chico, haría la cosecha más accesible y eficiente, aunque hay que reconocer que una planta de menor porte podría frustrar esa motivación al traer aparejado algunos otros problemas.

6) Disminución de tierra disponible apta para citricultura. En nuestro país es relativamente fácil encontrar tierra apta para incrementar el área de las plantaciones, sin embargo, muchos productores por diversas razones no están en condiciones de comprar nuevas tierras. En este caso el aumento de la población de plantas es la única posibilidad.

7) Ejemplo de otros productores. La utilización de grandes densidades en viñas y manzanas por ejemplo, es comunmente mencionada en congresos y reuniones de productores. Sin duda las mismas presiones económicas forzaron a estos productores a lograr esta meta. Lo importante es averiguar si las experiencias de ellos son relevantes y aplicables a la situación de los productores de citrus.

Es de esperar que los conceptos que siguen muestren respuestas (hasta donde ellas sean posibles) a las grandes interrogantes planteadas frente a este problema específico.

II. CONCEPTOS GENERALES



El tamaño de una planta de citrus está determinado por: el portainjerto, variedad, densidad de plantación, sanidad, fertilidad del suelo, cantidad y calidad del agua y prácticas culturales. Los árboles de citrus podrían clasificarse en 4 categorías en cuanto a su tamaño: a) estandar, cuando llegan al 100% de su desarrollo con una altura de 6.5 m. o más; b) subestandar, con un desarrollo del 75% y 4.5 - 5 m.; c) semi-estandar, 50% de desarrollo y entre 3.5 - 4 m. y d) enana, 35% de desarrollo y aproximadamente 2.5 m. de altura. Aunque el tamaño puede ser relativamente fácil de controlar, éste es un elemento de gran importancia al decidir la densidad de una futura plantación citrícola.

Los criterios concernientes a las distancias de plantación han cambiado considerablemente en las últimas décadas. Las investigaciones que se han realizado en este sentido se han centralizado en la búsqueda de distancias que permitan el óptimo de rendimiento (máxima expresión de su capacidad fructífera) durante toda la vida útil del monte y a la vez un espaciado suficiente para un adecuado manejo cultural. Este espaciado ha variado en las principales áreas citrícolas del mundo. En California en la década del 50 se utilizaron densidades altas, pero luego se tendió a hacerlas menores, fundamentalmente al utilizarse pies vigorosos en áreas donde el clima favorecía un rápido crecimiento. Actualmente las mismas varían desde 245 plantas (6.1 x 6.7 m.) a 249 (5.5 x 7.3 m.) plantas/ha, y aún se realizan plantaciones desde 6.7 a 7.3 m. entre filas y 3.7 a 4.6 m. dentro de las filas. Muchas de las plantaciones de la década del 50 aún están siendo raleadas a 6.7 x 6.7 m. y las que estaban a 4.5 x 4.5 m. se llevan a 9 x 9 m., fundamentalmente con limones. En la actualidad existe nuevamente una tendencia a aumentar las densidades si se logran combinaciones enanas con potencial comercial.

En Texas se redujo la distancia de plantación a 4.2 x 7.6 m. en naranjas y 4.6 x 7.6 m. en pomelos, principalmente después de la helada de 1962. La repetibilidad de las mismas ha ido aumentando la tendencia a mayores densidades. Un estudio en Florida muestra que desde principios de siglo las distancias entre filas han variado muy poco, sin embargo la distancia dentro de las filas ha sido reducida significativamente. Actualmente es común encontrar naranjos desde 3.8 x 7.6 m. a 4.6 x 6.1 m. y pomelos a 6.1 x 7.6 m. ó 5.5 x 7.6 m.

En Israel eran frecuentes 40 años atrás las distancias de 4 x 4 m.; algunas de esas plantaciones han sido raleadas; luego se plantó a 4 x 6 m.

mientras que las combinaciones pie-injerto más vigorosas se realizaron a 4.8 x 7.6 m. En estos momentos existe la tendencia de menor espaciamento (3 x 4 m.) utilizando plantas enanizadas con razas de virus débiles. La situación en España en las décadas 50-60 era de plantaciones a 5.5 x 5.5 m. pero actualmente está en función de la variedad: 3 x 4.8 m. y 4 x 4 m. para mandarina 'Satsuma' (Citrus unshiu Marc.), 4 x 4.8 m. para otras mandarinas (i.e. 'Clementinas', Citrus reticulata Blanco x 'Orlando' tangelo (Citrus paradisi x C. reticulata Blanco); y 4 x 6 m. para naranjas.

Aún es común encontrar montes viejos a distancias de 7 u 8 m. (200-150 pl/ha aproximadamente). Por otro lado los factores antes mencionados han conducido a los productores a la necesidad de lograr el máximo de producción a una edad temprana a fin de compensar los altos costos. Como consecuencia de esto la tendencia ha sido reducir las distancias entre los árboles. Obviamente, una mayor densidad de plantación implica la necesidad de considerar nuevos elementos de manejo tales como poda, uso de herbicidas, un más preciso conocimiento de la capacidad de agua disponible de los suelos, etc., a fin de que las ventajas que se esperan obtener no se vean contrarrestadas por algún factor limitante desconocido hasta el presente. Como es de esperar, éstos introducen otros elementos de costos que deber ser cuidadosamente estudiados para determinar en que medida inciden en el nuevo esquema económico planteado. La experiencia en deciduos ha mostrado que, aunque los rendimientos por ha. son altos, (21) los costos de poda y manejo hicieron que muchas veces fueran antieconómicos (55). Aunque los costos de preparación de la tierra, árboles y de instalación serán mayores, Phillips (67) considera a las plantaciones con altas densidades una buena alternativa debido a un retorno más temprano del capital invertido en ellas.

III. FACTORES BIOLÓGICOS

Aunque algunos de estos factores parezcan ser muy teóricos o controvertibles, permitirán mostrar como estos conceptos afectan la optimización de los diseños de plantación de un monte cítrico. Frente a cada caso particular es necesario a su vez incluir los aspectos económicos y establecer un modelo antes de su aplicación a nivel de un productor determinado.

1. Influencia de la luz en la productividad

Uno de los más importantes factores limitantes de la productividad es la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por las hojas de las plantas. Este concepto es válido en cuanto a su influencia en la producción, siempre que los nutrientes y el agua sean suministrados en cantidades adecuadas. La importancia de la luz solar es obvia ya que está disponible sin costo alguno. Cuando las plantas son pequeñas hay una utilización mucho mayor de esta energía, pero disminuye rápidamente al aumentar el tamaño de las mismas. Por lo tanto, las nuevas plantaciones densas deben planearse de forma tal de lograr el máximo de intercepción de luz a lo largo de toda su vida. Esto implica no sólo la minimización de luz que da directamente en el suelo, sino también proveer a la copa de una estructura que optimice la cantidad de luz solar recibida.

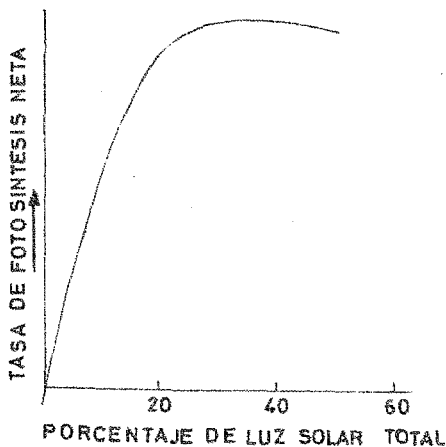


Fig. 1. Curva de saturación lumínica (49).

El máximo nivel de fotosíntesis neta se logra en un rango de intensidad entre el sombreado total y la completa luminosidad. Se estima que para mantener una buena producción una planta debe interceptar el 30% de la radiación anual. En Israel se determinó que las hojas de los citrus sobreviven aún con el 1% de la luz solar debido a la contribución de nutrientes y otros factores de las hojas que recibían el 100% de dicha luz (59). A nivel de las plantas el efecto de un insuficiente y permanente sombreado es la reducción de la fructificación en las partes interiores y generalmente un reducido follaje en esas áreas. A pesar de requerirse un mínimo de luz, no hay aumento significativo de la tasa de fotosíntesis con niveles de radiación mayores de 20-25% (Fig. 1). La curva de saturación lumínica obtenida es típica para todos los vegetales variando los % en los cuales se manifiesta el óptimo de acuerdo con la variedad considerada.

El nivel de luz que realmente reciben las hojas puede ser considerablemente menor debido al ángulo de incidencia de las hojas, nivel de CO_2 , etc. Sin embargo las hojas poseen determinadas características que les permiten interceptar la luz más eficientemente que si existiera hipotéticamente una simple lámina de ellas expuestas perpendicularmente a la luz solar. Los factores que controlan la fotosíntesis son múltiples, y para su estudio se dividen en internos (aquellos inherentes a las hojas y su fisiología) y ambientales (latitud, nubosidad, etc.). La discusión de cada uno de ellos y su interacción están fuera del alcance de esta revisión y pueden ser estudiados en cualquier texto de fisiología vegetal.

Al diseñar una plantación de citrus hay que considerar ciertos elementos que afectarán la intercepción de luz solar, tales como: diámetro de la copa, ángulo de intercepción de luz de la misma, altura y orientación de las filas. En un monte frutal la principal pérdida de eficiencia puede considerarse que es debida a la luz que recibe el suelo entre las filas. Aunque la información existente relativa a cuánto sombreado toleran los citrus es incompleta, la experiencia obtenida en otros frutales que podrían extrapolarse a citrus sería:

- a) Una separación de unos 2.5 m. permitiría una mayor intercepción con una orientación norte-sur de las filas que con una este-oeste, pero es importante tener en cuenta a su vez la pendiente, no sólo por problemas de erosión sino también porque en lugares expuestos a fríos las filas en setos perpendiculares al normal movimiento del aire pueden acentuar el efecto de las temperaturas extremas al bloquear el flujo de las masas de aire frío.
- b) Es posible calcular un ángulo crítico de espaciamiento entre la horizontal del suelo y una línea desde la base de una fila al vértice de la fila adyacente que permita un mínimo crítico de iluminación. Se encontró que este ángulo es de unos 48° al efectuar un ángulo de poda de 20° (77).
- c) Este ángulo de poda permitiría una altura que no excede el doble de la distancia de separación entre los bordes de las copas y posibilitaría una adecuada iluminación en las bases de los setos, es de cir que con un ancho entre las copas de 3 m. podadas a 20° , la altura no debería ser mayor de 6 m.

2. Volumen fructífero de la copa

A medida que el tamaño del árbol aumenta, la relación del área fructífera a su esqueleto se hace menor (47). Esto es debido a que la mayoría de la fructificación tiene lugar en un espesor de copa de aproximadamente 1 m. (75). Una planta más grande tendría que soportar un mayor volumen, mientras que otra más pequeña podría ser considerada más eficiente por unidad de volumen, lo que sería una ventaja para los árboles de menor porte. A su vez estos permiten ser tratados con productos fitosanitarios más efectiva y económicamente y ser cosechados con más facilidad y a menor costo al reducirse el tiempo de cosecha por árbol.

Un concepto útil para comparar el potencial productivo de varios cultivos agrícolas es la magnitud del área foliar o volumen productivo de un cultivo por unidad de superficie de suelo. Para cultivos anuales se conoce como

índice de área foliar (IAF) y mide los metros cuadrados de hojas por metro cuadrado de terreno. En la mayoría de los frutales este índice varía de 2 a 6; pasturas en general, caña de azúcar y arroz poseen un IAF de 9 a 12 (29).

El IAF óptimo no corresponde necesariamente al IAF máximo debido a que las hojas en las partes más sombreadas apenas fotosintetizan más de lo que pierden por respiración (punto de compensación), y aún muchas permanecen en el árbol a un nivel por debajo de este umbral de compensación (senescencia, elevado nivel de respiración), manteniéndose por el transporte de metabolitos provenientes de las hojas más activas; en este caso, parte de la radiación recibida será gastada inutilmente y los rendimientos productivos disminuirán.

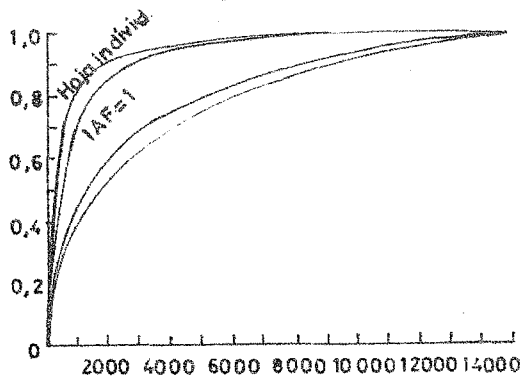


Fig. 2. Tasa relativa de fotosíntesis global en función de la iluminación, para una hoja individual y para plantas con IAF de 1, 5 y 9 (30).

La saturación de luz para una sola hoja ocurre a una relativamente baja intensidad lumínica, por lo tanto, a medida que se incrementa el IAF, la magnitud de la saturación de luz también aumenta. Para ilustrar este concepto aplicable a cualquier población fotosintética se presenta la Fig. 2 cuantificado para trébol subterráneo, donde se observa que a altos IAF la intensidad de saturación de luz no es alcanzada al máximo de iluminación estudiado (30).

Por otro lado, conjuntamente con la población foliar hay que enfatizar cómo ella responde a la fotosíntesis de acuerdo al ángulo de incidencia de las hojas respecto al sol, lo cual se observa en la Fig. 3 (64).

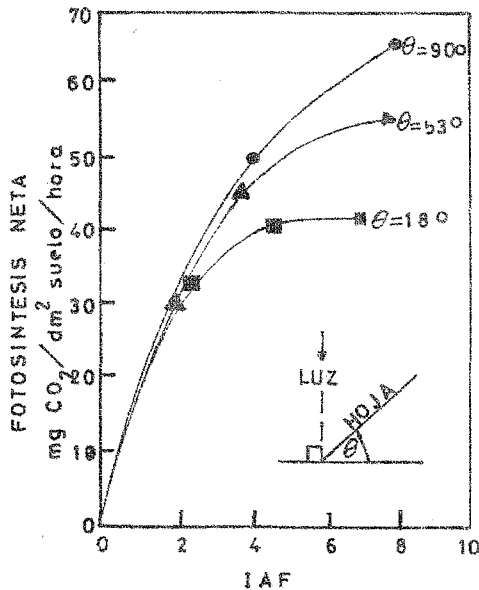


Fig. 3. En una población de cebada, la mayor fotosíntesis neta es lograda a altos niveles de IAF (alta densidad de plantación), siendo a su vez influenciada por el ángulo de orientación de la hoja (Adap. de 64).

Una aproximación para medir el desarrollo de los citrus ha sido realizada considerando los siguientes elementos (77):

- a) área del suelo (AS), área del suelo cubierta por la copa,
- b) área de la copa (AC), superficie de la copa,
- c) volumen de copa (VC), volumen total de copa,
- d) volumen fructífero (VF), volumen de copa estimando 1m. de espesor desde el exterior al centro, considerada como la porción fructífera y además que el 90% de la radiación solar es absorbida por este sector (43).

A los efectos de comparación entre diversos sistemas de plantación se han creado diferentes índices a partir de los conceptos expuestos. Por ejemplo, el índice de área del suelo (IAS) es la porción del suelo cubierta por la copa, el cual si es 0.5, significa que el 50% del área total de plantación está cubierta por las copas. El índice de área de copa (IAC) igual a 2.0 indica que existen 2 has. por cada ha. de monte. Los índices de volumen de copa (IVC) y volumen fructífero (IVF) son calculados como m³ de copa o de VF por unidad de área de terreno (m³/m² ó m. de copa). Un IVC de 2.0 podría visualizarse como una lámina de hojas de 2 m. de espesor extendida en 1 ha. de suelo. Asumiendo que la densidad foliar es limitada y constante en el VF, se puede establecer que el IAF debería estar en función del IVF. En un monte de citrus parte de la tierra es productiva y parte improductiva, la producción potencial de una ha. de monte está en función de la cantidad de copa presente. En una plantación de árboles de porte pequeño el total del volumen de árboles puede considerarse productivo, lo que no ocurriría con árboles grandes, los cuales poseen una considerable porción interna improductiva referida al volumen total de la planta. Como la producción potencial de 1 ha. de citrus depende del AC o del VF, la productividad podría maximizarse diseñando sistemas de plantación que provean el máximo AC, permitiendo además un adecuado acceso e insolación.

Determinaciones realizadas en montes adultos con plantas tratadas ya sea en forma individual (podadas en dos direcciones) o en forma de setos (podadas en una dirección) han mostrado que el IAS en las primeras separadas a 9 x 9 m. es de 0.54, es decir que el 54% de la superficie del suelo está cubierta por las copas; en cambio, a 6 x 6 m. el IAS decrece a 0.36. Cuando la plantación está en setos el IAS es 0.73 a 9 x 9 m. y 0.60 a 6 x 6 m., observándose además que en plantaciones más densas el crecimiento lateral de la copa se ve reducido (57,77).

Las variaciones en el IVF son más significativas; en plantas tratadas individualmente permanece relativamente constante (IVF aproximado de 1.5 m), mientras que para aquellas en setos son generalmente mayores y se incrementa a medida que la distancia entre filas disminuye (IVF aproximado de 2.0 m). Esto es de gran importancia, si se considera que la productividad está relacionada al VF, lo que indicaría un incremento potencial de 15 a 30% para setos separados desde 7.6 a 4.6 m. Estas conclusiones fueron realizadas basándose en plantas separadas a 2.4 m. desde los bordes de las copas y a una altura constante de 4.8 m. para permitir una adecuada iluminación a edad adulta. Al aproximar las plantas aún más y manteniendo la relación

de alturas y separación entre copas igual a 2, se observa en cambio una reducción del potencial productivo a edad adulta, pero esta tendencia puede ser contrarrestada al considerar la productividad a lo largo de toda la vida útil de plantación (77).

3. Volumen productivo medio

Al efectuar una nueva plantación, el productor espera obtener el máximo rendimiento productivo y económico, no sólo a edad adulta, sino en lo posible a lo largo de toda la vida útil del mismo, ya que los costos de mantenimiento a edad joven tienen un considerable peso desde el punto de vista económico, de ahí la necesidad de una producción más precoz a los efectos de posibilitar la viabilidad de la inversión.

Otro de los elementos que influye en la potencialidad productiva de un monte es la edad promedio de los árboles, la cual está determinada por aquellas plantas que son eliminadas y replantadas, debido a las pérdidas por enfermedades u otros factores, los cuales también inciden depresivamente en el VF de una plantación. La Fig. 4 muestra diferentes edades promedio de un monte sometido a varios % de reemplazo, asumiendo que todas las plantas (independientemente de la edad) son igualmente susceptibles de perderse y ser reemplazadas. Si no existe reemplazo, la edad promedio de los árboles será la misma que la del monte, si el reemplazo es del 5% anual, la edad promedio de un monte de 50 años será aproximadamente de 17 años.

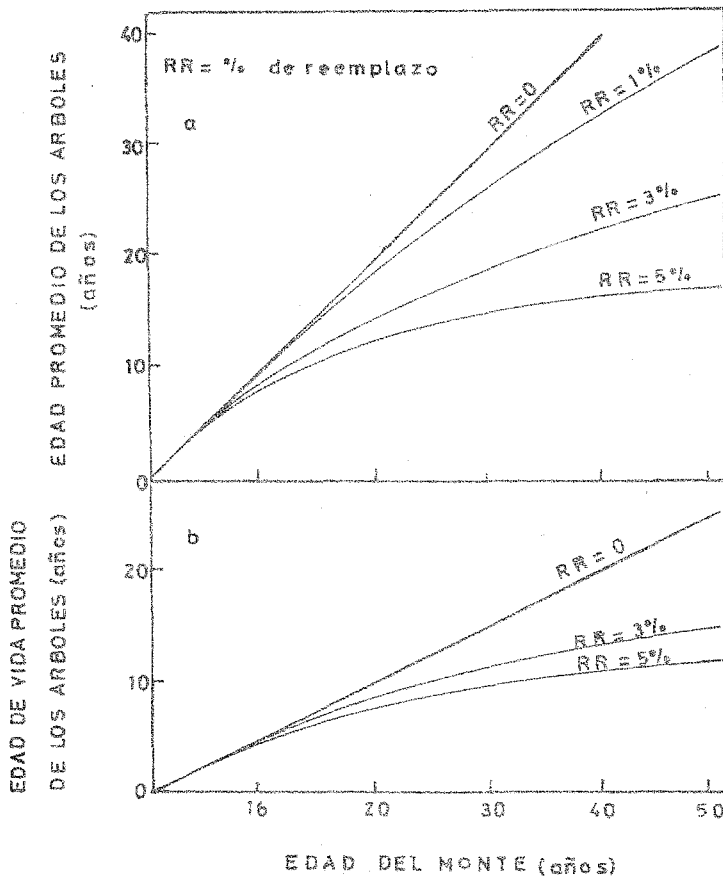


Fig. 4. Influencia del % de reemplazo en la edad media y edad de vida promedio de los árboles (Adaptado de 77).

kg. de fruta/VC ó kg de fruta/VF, pero la eficiencia varía con el tamaño de los árboles y la edad. En este sentido, estudiando en las condiciones de la Florida cuál de los métodos era el más adecuado se determinó que la eficiencia productiva basada en el VF era la más constante por un período de 15-20 años, de ahí que se considerara como el índice de productividad más adecuado y que se encontraba a su vez confirmado por el hecho de que la mayor fructificación e intercepción de luz estaban limitadas a un volumen de 1 m. de espesor de copa (77).

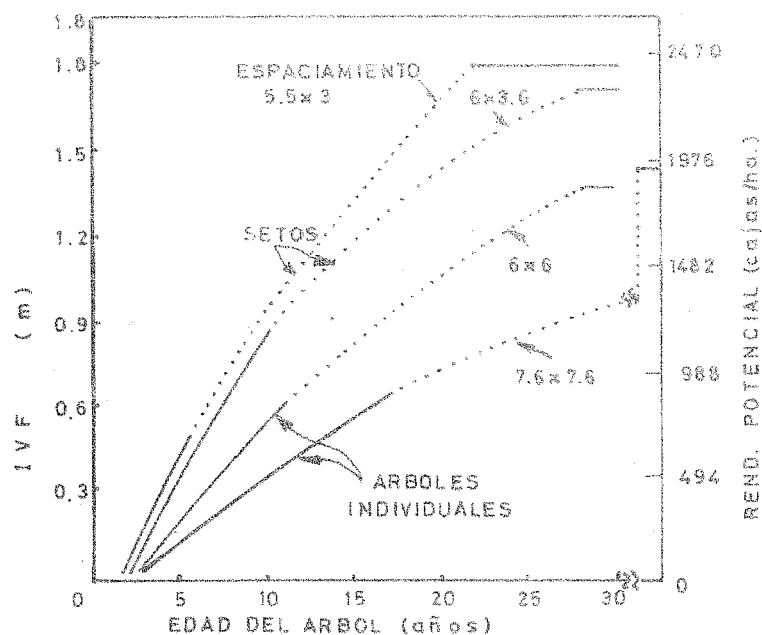


Fig. 6. Variación del IVF de naranjos a diversas edades. Se asume que se realizan podas regulares para mantener 2.4 m. de separación en una dirección (seto) ó en 2 direcciones (árboles individuales) y una altura de 4.8 m. El rendimiento potencial fue calculado estimando una eficiencia de 3.7 cajones/28.3 m³ de VF (adaptado de 77).

Los resultados presentados en la Fig. 6 indican que los montes a mayores densidades poseen mayores rendimientos potenciales a edades tempranas y también alcanzan la máxima producción potencial en menos años. La experiencia ha mostrado que la productividad por unidad de superficie en plantas jóvenes es directamente proporcional al número de árboles por ha, hasta que ellos comienzan a tocarse unos con otros y entonces hay que introducir otros criterios técnicos (podas, raleos, etc.) para mantener la producción al mayor nivel posible (72).

A fin de mantener una producción temprana y no provocar una competencia entre los árboles, se ha propuesto una disposición en seto o doble plantación. En este método las filas deberían estar lo suficientemente separadas a los efectos de permitir las labores culturales, cosechas y una adecuada iluminación. Los árboles en las filas están generalmente a la mitad de la distancia que entre ellas. Aunque hay suficiente evidencia de una mayor producción a edad temprana en estos montes, existen, sin embargo, problemas aún no resueltos completamente que posibiliten un manejo adecuado a lo largo de toda la vida útil del monte.

IV. EXPERIENCIAS EN OTRAS AREAS CITRICOLAS

La plantación a altas densidades (800-1000 árb./ha.) ha sido ensayada desde hace más de 20 años en áreas del Mediterráneo. Los rendimientos de estos montes, a medida que envejecen, sólo han podido ser mantenidos mediante un gran trabajo de podas (19, 24). Esta es la razón para que algunos investigadores hayan propuesto el uso de portainjertos enanizantes (55, 67). Los resultados de ensayos con plantas cerca unas de otras han mostrado mayores rendimientos iniciales (13, 14, 42, 46, 66). Sin embargo, la producción por árbol tiende a disminuir a medida que comienza a aumentar la competencia por luz (disminución del follaje interior), agua y nutrientes (13, 14, 18, 66). A fin de aliviar esta situación se ha recurrido a la poda que por lo general se traduce posteriormente en un excesivo crecimiento vegetativo a expensas del fructífero, además de una reducción del nivel de reservas nutritivas (carbohidratos) que en los citrus son almacenados principalmente en hojas y ramas (56).

En California eran frecuentes distancias de 6 x 6 m. ó 6.7 x 6.7 m. en montes de naranjas de ombligo y "Valencias" (Citrus sinensis (L) Osb) desde 6.7 x 8.5 m. a 8.5 x 8.5 m. En Florida 7.6 x 7.6 m. para naranjas y mandarinas, y 9 x 9 m. a 10.6 x 10.6 m. en pomelos (C. paradisi Mcf.) (50). Los montes con estas distancias de plantación se caracterizan por su baja producción por unidad de superficie cuando las plantas son jóvenes pero pueden producir al máximo de acuerdo a su capacidad genética a los 15 años o más.

En un ensayo de 'Valencia' injertada sobre naranjo agrio (Citrus aurantium L.) plantado a 3.66 x 7 m. en el cual a los 10 años se removió una fila por medio, dando que quedara a 7 x 7.3 m., en los siguientes 10 años el sector con doble plantación produjo 50% más fruta que el sector raleado, aunque la producción por árbol de éste último fue mayor. El rendimiento por unidad de superficie en el de 3.66 x 7 m. continúa siendo considerablemente mayor que en el de 7 x 7.3 m. (53). Esto indicaría que no habrían mayores problemas en largos períodos, en los montes con una densidad relativamente mayor que la actual en nuestras condiciones. Aunque la combinación variedad-pie utilizada en este ensayo tiende a ser vigorosa, sugeriría un incremento de aproximadamente el 50% en el número de plantas por unidad de superficie en el caso de Uruguay donde se utiliza fundamentalmente el trifolia (Poncirus trifoliata (L) Raf.) como portainjerto, el cual se caracteriza por tardar un mayor número de años en desarrollar plantas de gran porte.

En Florida, en otro ensayo, antes de proceder a la poda se observó que los máximos rendimientos en los primeros 25 años se obtuvieron a densidades desde 222 a 247 plantas/ha., entre los 25 y 40 años con 197 árboles/ha. y con más

de 40 años a una densidad de 148 plantas/ha. Aquellos montes de 222 a 247 plantas/ha. redujeron sensiblemente la producción por unidad de superficie después de los 25 años. Para obviar este comportamiento se ha sugerido la doble plantación con poda y finalmente eliminar los árboles en forma alterna para prevenir la excesiva competencia entre ellos (61,62,73).

En California se evalúa desde 1962 un ensayo de larga duración, utilizando una combinación vigorosa de naranja de ombligo nucelar (*C. sinensis* (L) Osb. cv. Frost), injertada en citrange 'Troyer' (*P. trifoliata* (L) Raf. x *C. sinensis* (L) Osb.) a distancias que oscilan entre 2.7 x 3.4 m. y 6.7 x 6.7 m. (13, 14, 52). La densidad de plantación varió desde 222 a 1087 árboles/ha. La evaluación de diversos parámetros morfológicos y económicos en los primeros 10 años son resumidos a continuación, teniendo en cuenta que en algunos de los tratamientos con mayores densidades se entresacaron plantas luego de 3 años de producción para eliminar un excesivo sombreado. El vigor medido a través de la circunferencia del tronco mostró que en 1965 era menor en altas densidades debido probablemente a una mayor competencia. Esto se refleja así mismo en la distribución y diámetro de las raíces (Tabla 1), (15).

Tabla 1. Influencia del espaciamiento en la extensión y circunferencia radicales de árboles de naranja 'Washington' navel injertados en citrange 'Troyer'^Z.

Arb/ha.	Espaciamiento (m)	Extensión radicular de 40 árboles (m)		Circunferencia radicular de 40 árboles (cm.)	
		Total	\bar{x}	Total	\bar{x}
801	2.7 x 4.6	140.0	3.5a ^Y	672.0	16.8a ^Y
665	2.7 x 5.5	156.0	3.9ab	752.0	18.8ab
445	3.4 x 6.7	172.0	4.3 bc	848.0	21.2 b
222 ^X	6.7 x 6.7	188.0	4.7 c	856.0	21.4 b
222	6.7 x 6.7	244.0	6.1 d	1144.0	28.6 c

^Z Medida de 5 repeticiones de los 8 árboles por cada espaciamiento

^Y Duncan, 1%

^X Raleo de 890 a 445 árboles/ha en 1967, y raleado nuevamente a 222 árboles/ha en 1971

Las plantas mostraron mayor número de raíces pequeñas produciéndose una gran superposición cuando estaban muy cerca entre sí. La forma de la copa también se vió afectada y tendió a ser columnar en aquellas que estaban cerca una de otras perdiendo luego su identidad al formarse un seto. En cuanto al rendimiento promedio de 10 años (1965-74) informado, no mostró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos al contrarrestarse la mayor producción por unidad de superficie que los de altas densidades habían producido en los primeros 5 años (14). Los montes espaciados tuvieron menores rendimientos en los primeros 4 años debido a su reducida área de fructificación por unidad de superficie, pero luego igualaron a los de otras densidades.

Los últimos 5 años, a su vez, mostraron que la menor densidad (222 árboles/ha) produjo más fruta por ha. excepto para las densidades de 1087-544-272; 890-445-222; y 445 plantas (Tabla 2). Otros datos son también mostrados en la misma tabla.

El efecto del espaciamento sobre la producción por árbol es presentado en la Tabla 3, donde se muestra que el rendimiento por árbol experimenta una correlación positiva con la superficie de suelo disponible por planta. La densidad de plantación fue el principal factor que afectó el tamaño y color de los frutos. Los datos indicaron que en los montes más espaciados se logró una madurez (expresada en términos de la relación sólidos solubles/acidez) más temprana; lo mismo ocurrió con el desarrollo del color naranja. El tamaño en cambio fue ligeramente menor en las plantaciones más densas. Una relación sólidos solubles/acidez de 8 se obtuvo 11 días antes en las plantas a 6.7 x 6.7 m. que en aquellas a 2.7 x 4.6 m. Al efectuar raleo en las plantaciones con altas densidades (2.7 x 3.4 m. y 3.4 x 3.4 m.) permitió que las plantas remanentes recibieran mayor luz y existiera menos competencia, lo cual se tradujo en una mayor producción por planta y por ha. (56)

Boswell et al (11) publicaron recientemente un trabajo realizado con plantas de naranja de ombligo 'Atwood' injertada en trifolia 'Rubidoux' con una raza débil de exocortis. El tratamiento a 331 plantas/ha. produjo desde el cuarto año una circunferencia del tronco significativamente mayor que en 2 de las mayores densidades (652 y 801 plantas/ha.); esta diferencia se hizo aún mayor al séptimo año (Tabla 4). En este ensayo, a los 7 años aún no se registraban diferencias en cuanto a la altura de las plantas en ninguno de los tratamientos, aunque en el de mayor densidad (801 pl/ha.) ya comenzaban a tocarse las copas de los árboles. Tampoco se han constatado diferencias en el desarrollo del color ni en el tamaño de los frutos tal cual fue informado anteriormente (56).

En otro ensayo realizado en Florida en 1960 con naranja 'Pineapple' (C. sinensis (L) Osb.) injertada en limón rugoso (C. jambhiri Lush.) con distancias de 3 x 4.6 m., 4.6 x 6 m. y 6 x 7.6 m. se encontraron diferencias significativas en los rendimientos por ha. en las cosechas de 3 años consecutivos (Tabla 5) (66). Los mayores rendimientos se obtuvieron con la densidad de plantación más alta; también se observó un retraso en la maduración a la distancia de 3 x 4.6 m., sugiriéndose que el alto tenor ácido de las frutas podría deberse a una pobre iluminación ocasionada por el sombreado (66).

Passos et al (63) en Brasil, en un experimento a 7 x 7 m., 7 x 5 m. y 7 x 3 m. con naranja 'Natal' (C. sinensis (L). Osb) sobre lima 'Rangpur' (C. limonia Osb.), encontraron que el rendimiento por planta no presentó diferencias significativas a los 10 años, aunque la producción por ha. fue mayor en el tratamiento de 7 x 3 m. al producir 8238 cajones de 40 kg. comparado con 4895 en el de 7 x 7 m., traduciéndose en un mayor retorno neto para el tratamiento de 7 x 3 m. Aunque esta densidad tendió a producir más frutos de menor tamaño, la calidad de los mismos no mostró diferencias debidas a la distancia de plantación.

El estudio a largo plazo de los costos involucrados en el establecimiento, mantenimiento e ingreso neto de los montes con alta densidad es lo que

Tabla 2. Relación entre la densidad de plantación y rendimiento por ha. de naranja 'Washington' navel injertada en citrange 'Troyer' (14).

Arb/ha	Espacia- miento (m)	tm/ha.							
		\bar{x} 5 años ^Z 1964-69	1960-70 ^X	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74	\bar{x} 5 años 1970-74	\bar{x} 10 años 1964-74
1087 ^W	2.7 x 3.4	22.5BCD ^Y							
544	6.7 x 5.5		12.6ab	8.8BC					
272	6.7 x 5.5				10.9A	24.8C	11.4C	13.7DE	18.1
890 ^V	3.4 x 3.4	20.0D							
445	6.7 x 6.7		15.5bc	8.9BC					
222	6.7 x 6.7				12.9A	23.3C	12.5C	14.6DE	19.3
801	2.7 x 4.6	22.1BCD	10.5a	5.5A	11.3A	13.8A	6.9A	9.6A	15.8
665	2.7 x 5.5	22.7BCD	10.7a	4.4A	13.1AB	15.9AB	7.6A	10.3AB	16.5
652	3.4 x 6.7	23.2BCD	10.7a	5.4A	12.3AB	16.2AB	8.0A	10.5AB	16.9
544	2.7 x 6.7	21.2BCD	12.0ab	6.8ABC	13.8AB	17.4AB	7.9A	11.6BC	16.4
544	3.4 x 5.5	23.3CD	10.8a	4.6A	13.3AB	16.7AB	7.9A	10.7AB	16.9
479	4.6 x 4.6	20.6BCD	11.0a	6.4AB	12.8AB	19.4ABC	9.2B	11.8BC	16.2
445	3.4 x 6.7	22.7BCD	16.6c	6.9ABC	16.8C	20.6BC	9.9B	14.2DE	18.4
398	4.6 x 5.5	20.5B	12.8ab	4.5A	17.1C	19.6ABC	11.8C	13.2CD	16.9
222	6.7 x 6.7	14.8A	12.4ab	9.6C	15.9BC	42.1C	15.6D	15.5E	15.2
Promedio		21.6	12.3	6.5	13.6	19.2	9.8	12.3	16.9

^Z Cajones de 22.7 kg.

^Y Medias seguidas por letras minúsculas diferentes indican DS al 5% y por mayúsculas al 1%. Ausencia de letras indica diferencias no significativas.

^X Para evaluar rendimientos fueron utilizadas 3 repeticiones de las 6.

^W Feb. 1967, 1087 plantas, luego se raleó a 544 árb/ha. (6.7 x 5.5 m. con 1 árbol en el centro. En marzo de 1971 quedaron 272 árb/ha.

^V Feb. '67, 890 pl., luego se raleó a 4.5 (6.7 x 6.7 con 1 árb. en el centro). En marzo '71 quedaron 222.

Tabla 3. Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento por árbol de naranja 'Washington' navel injertada en citrange 'Troyer' (14).

Arb/ha	tm/ha.							x̄ 5 años 1970-74	x̄ 10 años 1964-1974
	x̄ 5 años 1964-69	1969-70 ^Z	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74			
1087 ^X	30.0ab ^Y								
544		23.2c	16.2cd						
272				40.4e	84.5d	31.9g	40.7g	35.4e	
890 ^W	38.3cd								
445		34.8d	20.1d						
222				57.8f	104.8d	56.1h	54.7h	46.5g	
801	27.6a	13.2a	6.9a	14.1a	17.2a	8.7a	12.0a	19.8a	
665	34.3bc	16.0a	6.7a	19.8b	23.9a	11.5b	15.5ab	24.9b	
652	35.6bc	16.4a	8.3ab	18.9ab	26.3b	12.3bc	16.4bc	26.0b	
544	38.9cde	22.4c	12.5bc	25.3c	32.1b	14.7c	21.4de	30.2c	
544	42.9def	19.9b	8.6ab	24.5c	30.8b	14.6c	19.7cd	31.1c	
479	43.1ef	22.9c	13.4bc	26.8d	40.7c	19.4d	24.6e	33.9de	
445	50.5fg	37.3d	15.7cd	37.7e	45.1c	22.3e	31.6f	41.1f	
398	51.7g	32.4d	11.4abc	43.0e	49.3c	29.6f	31.2f	42.4f	
222	66.8h	55.6e	43.3e	71.4f	108.3e	69.9i	69.7i	68.2h	
Promedio	41.8	26.7	14.8	34.5	51.2	27.1	30.7	36.4	

^ZRendimientos evaluados utilizando 3 repeticiones de las 6.

^YDuncan, 1%.

^XFeb. 1967, 1087 árb., luego se raleó a 544 árb. (2.7 x 5.5 m. con 1 árb. en el centro). En marzo 1971, quedaron 272 árb/ha.

^WFeb. '67, 890 pl., luego se raleó a 445 (6.7 x 6.7 con 1 pl. en el centro). En marzo 1971 quedaron 222.

Tabla 4. Influencia de la densidad de plantación sobre la circunferencia del tronco y rendimiento de naranja de ombligo 'Atwood' injertada en trifolia 'Rubidoux' (11).

Circunferencia (cm)	Distancias (m) y árboles/ha					
	5.5 x 5.5 331 ^z	4.6 x 5.5 398	3.4 x 5.5 544	4.6 x 4.6 479	3.4 x 4.6 652	2.7 x 4.6 801
1970	3.7	3.4	3.4	3.5	3.5	3.3
72	8.9b ^y	8.5ab	8.4ab	8.1ab	8.3ab	8.4ab
74	17.4b	16.7ab	16.5ab	15.9a	15.8a	16.3a
76	22.1b	20.6a	19.9a	20.0a	19.7a	19.5a
77	24.9c	23.4bc	22.2ab	22.5ab	21.3a	22.0ab
78	28.1c	26.7c	24.4a	25.1b	23.9a	24.1a
Rendimientos ^x						
1972-73	34.0a	33.8a	31.4a	23.9a	39.1a	59.5b
73-74	41.9ab	50.8ab	51.4ab	28.2a	55.5ab	70.0b
74-75	176.3a	187.5a	21.5a	149.9a	214.7a	342.9b
75-76	495.3a	513.9a	718.7cd	604.9b	773.7c	1045.6d
76-77	639.7a	771.3ab	805.5ab	623.2a	838.9b	1008.8c
77-78	577.5a	654.8ab	776.3bc	627.0ab	821.9b	1043.9c
Total	1960.7	2212.1	2598.4	2057.1	2743.8	3570.7
Kg/árbol						
1972-73	2.3b	1.9ab	1.3a	1.1a	1.3a	1.6b
73-74	2.8	2.8	2.1	1.3	1.9	1.9
74-75	12.0b	10.6ab	7.1a	8.9ab	7.4a	9.7ab
75-76	33.9	29.2	28.6	29.9	26.9	29.6
76-77	43.8b	43.9b	29.5a	33.5a	29.1a	28.5a
77-78	39.6b	37.4b	32.4a	29.7a	25.6a	29.1a
Total	134.0	125.8	101.0	104.4	92.2	101.0

^z Número aproximado al transformar la información de acres a ha.

^y Duncan, 5%.

^x Cajones de kg. 22.68/ha.

Tabla 5. Influencia de la distancia de plantación en naranja 'Pineapple' injertada en Limón rugoso.

Espacia miento	Arb/ ha.	Rendimientos					
		Cajones/árbol ^Y			Cajones/ha ^Y		
		1967	1968	1969	1967	1968	1969
6.1 x 7.6	219	1.65	1.48	2.44	361	324	534
4.6 x 6.1	362	1.53	1.40	2.25	554	507	814
3.1 x 4.6	724	1.24	0.93	2.13	869	673	1542

^Z Adaptado de (66).

^Y Cajón de 22.68 kg.

finalmente determinará su factibilidad económica. De los ensayos realizados se puede concluir que hay una densidad óptima para la primera etapa de crecimiento y que posteriormente hay que considerar la necesidad de raleo. Los costos comparativos y el ingreso de uno de los ensayos mencionados en esta revisión son mostrados en la Tabla 6 (14). Aquellos costos que fueron iguales, independientemente de los tratamientos, no fueron incluidos. A lo largo de 5 años de producción, el ingreso neto o pérdidas por ha. varió desde una pérdida de \$3412 en la plantación que tenía 1087 árboles a una ganancia de \$1272 cuando fue raleado a 445 árboles. Al décimo año todos los tratamientos produjeron ganancias netas que oscilaron entre \$2074 para el cuadro que quedó con 1087 árboles y \$7335 para el de 445 plantas por ha. Como consecuencia del vigor de la combinación variedad/pie, los árboles a 2.7, 3.4 y 4.6 m. en la fila se tocaron en un período de tiempo inversamente proporcional con estas distancias. De ahí que se especule que las plantaciones no muy densas habrán de seguir incrementando su producción e ingreso neto, mientras que en las muy pobladas decaerá.

El segundo trabajo del cual se informa el resultado económico es presentado en la Tabla 7 (11). En éste también se ignoraron los datos que eran esencialmente iguales en todos los tratamientos: valor de la tierra, impuestos, depreciación, interés de la inversión, costos de asesoramientos, etc. Aunque los datos no están incluidos, todos los tratamientos tuvieron un ingreso neto negativo al 5° año de producción. Sin embargo, al 6° año (1977-78) en todos fue positivo, con buenos rendimientos y con mayores retornos netos por cajón, excepto en el de 4.6 x 4.6 m. (479 plantas/ha.). La ganancia neta osciló entre \$466 para 331 árboles/ha. y \$2155 en el de 801 plantas. El caso del tratamiento con 479 plantas aún no había podido ser explicado. Se espera igual tendencia general en los próximos 3-4 años, antes de que sea necesaria la poda y remoción de las plantas, aspectos estos que obviamente ya fueron considerados al iniciar el experimento.

Tabla 6. Estudios de costos en dólares (\$) de un ensayo de densidad de plantación de naranja de ombligo nucelar 'Frost' injertada en citrange 'Troyer' (14).

No. árb./ha.	Arb./ha.	Plan-tac./ha.	Remo-ción/ha.	Costos de:								Ingreso total 10 a. ^w	Ingreso neto
				10 años curas	10 a. cosechas	10 años podas	10 a. contr. helad.	10 a. fert. N	10 a. riego	10 a. herbi-cidas	10 a. costo total		
1087 ^Z	2989	706	1712	1297	3834	298	1408	637	1374	370	14985	17689	2704
801	2201	521		1136	3367	785	1532	1136	1734	370	12780	15705	2925
665	1828	432		1136	3558	630	1532	1040	1734	370	12260	16449	4189
544	1494	353		1050	3353	249	1408	882	1734	370	10833	16288	5455
890 ^Y	2446	578	1403	1297	4133	298	1408	637	1734	370	14304	18952	4648
652	1793	425		1136	3627	711	1532	1040	1734	370	12368	16812	4444
544	1494	353		1136	3674	570	1532	822	1734	370	11682	16862	5180
445	1223	289		1050	3758	249	1408	691	1734	370	10772	18108	7335
479	1319	311		1136	3518	625	1532	704	1734	370	11249	16078	4829
398	1094	259		1136	3706	583	1532	644	1734	370	11058	16711	5653
222	612	145		1050	3195	249	1408	345	1734	370	9108	15065	5957

^ZFebrero 1967, 1087 árboles, luego se raleó a 544 ár/ha. (2.7 x 5.5 m. con un árbol en el centro). En marzo de 1971 quedaron 272 árb/ha.

^YFebrero 1967, 890 árboles, luego se raleó a 445 ár/ha. (6.7 x 6.7 m. con un árbol en el centro). En marzo de 1971 quedaron 222 árb/ha.

^XCosto total excluye impuestos, valor de la tierra, depreciación, interés de la inversión, miscelánea y manejo.

^W\$2.0 el cajón de kg 22.7.

Tabla 7. Estudio de costos en dólares (\$) de un ensayo de densidad de plantación con clon viejo de naranja de ombligo 'Atwood' injertada en trifolia 'Rubidoux' (11).^z

Costos de:												
Arb. /ha.	Espacia- miento (m)	Arbo- les	Plan- tac.	Poda	N	Herbi- cidas	Riego	Trat. sanit.	Prot. heladas	Total	Ingreso total 6 años	Retorno neto ^y
801	2.7 x 4.6	2203	352	66	721	564	844	1267	738	6755	8910	2155
652	3.4 x 4.6	1793	287	53	587	564	844	1267	738	6133	6899	766
479	4.6 x 4.6	1317	211	39	430	564	844	1267	738	5410	5171	-239
544	3.4 x 4.5	1496	239	44	490	736	703	1056	615	5379	6539	1160
398	4.6 x 5.5	1095	175	32	357	736	703	1056	615	4769	5641	872
331	5.5 x 5.5	910	146	28	307	736	703	1056	615	4501	4967	466

^z costo por árbol, \$2.75; costo plantación/árbol, \$0.44; 1972-74, \$2.24 de retorno neto por cajón; 1975-76 el retorno neto por cajón fue de \$1.6; 1976-78, \$3.95. Costo de mano de obra \$3.25/h.

^y No se incluyen costos fijos (ver texto).

V. SOLUCIONES PROPUESTAS

La plantación de un monte cítrico con altas densidades implica pues, la consideración de elementos que a una densidad convencional no son tan importantes, de lo contrario la experiencia terminará en un fracaso en un plazo de tiempo más o menos largo. Estos elementos son: a) conocimiento lo más aproximadamente posible del tamaño de una determinada combinación variedad-pie, tanto a edad temprana como adulta, para ayudar a decidir el tipo de espaciamiento a usar; b) el tipo de suelo; c) características climáticas del área en que se piensa establecer el monte (principalmente el régimen hídrico); d) tener un claro concepto de que, en base a los ensayos y observaciones realizadas, el monte requerirá considerable poda y/o remoción de plantas al llegar a alrededor de los 10 años de edad a fin de prevenir las caídas de rendimiento debido a la insuficiente iluminación, lo cual es una decisión de cuestionable valor económico y debe, en lo posible, ser cuidadosamente estimada.

1. Manejo actual

Varias aproximaciones están siendo utilizadas a los efectos de permitir la máxima productividad de un monte con alta densidad. La primera que está siendo ensayada actualmente es una plantación con un óptimo de densidad a fin de posibilitar el máximo de producción temprana usando las combinaciones disponibles, efectuando un raleo del monte antes de que la competencia entre las plantas manifieste los efectos depresivos. Esto debe realizarse cuidadosamente de modo que las distancias permitan una adecuada área de trabajo tanto antes como después del raleo. Ya vimos que la poda de un árbol vigoroso produce efectos detrimentales en la producción. Una de las soluciones es estimar a priori una densidad acorde con una combinación determinada a fin de poder manejar el monte el mayor tiempo posible sin tener que recurrir a métodos costosos de raleo o poda.

Por lo observado hasta el presente es obvio que en algún momento se deberán encarar estas alternativas en una plantación con alta densidad. Las mismas deberían ser consideradas teniendo en cuenta los siguientes elementos además de los mencionados: a) comportamiento de los crecimientos vegetativo y productivo del monte; b) exposición del mismo a la iluminación y vientos predominantes; c) distancia de plantación y orientación de las filas; d) suficiente flexibilidad ante las variaciones de los patrones climáticos y culturales; e) considerar eventuales efectos depresivos en la productividad luego de las medidas realizadas; f) sincronización de ellas con la actividad fisiológica del árbol.

Una de las interrogantes que se plantean es cuándo efectuar la poda en relación con la edad del árbol. Aquí hay que considerar dos factores predominantes: la tasa de crecimiento de la copa y el patrón de floración y

fructificación de las plantas. Estos también deben tenerse en consideración al decidir la densidad de plantación pues afectarán el posterior acceso a pulverizaciones, riegos, cosechas y otras operaciones culturales. La realidad ha mostrado que los productores en otros países, generalmente esperan demasiado tiempo antes de decidir las tareas de poda, y cuando lo hacen el VF se ve severamente reducido. De lo anterior se concluye que cuando el control de tamaño va a ser requerido, las podas deberían comenzar cuando los árboles aún son relativamente jóvenes.

Las copas de los pomelos injertados en agrio en Texas se expanden aproximadamente 0.7 m/año. En ensayos de densidad se encontraron que los grandes rendimientos y la competencia entre los árboles tendió a reducir la tasa de crecimiento por planta, lo que fue contrarrestado por una mayor productividad y precocidad. La interrelación entre podas, excelente productividad y crecimiento vegetativo en un ensayo de distancia de plantación en pomelos es mostrado en la Tabla 8 (33).

Tabla 8. Crecimiento y rendimientos en pomelos "Marsh" plantados en hileras de 2.5 m. de separación.

	Separación entre plantas (m)				
	0.3	0.61	0.92	1.2	1.8
Diám. tronco (cm) ^Z	3.4a ^Y	4.0ab	4.0ab	4.5bc	4.9bc
VC (m3) ^Z	1.1a	1.4a	2.1b	2.4bc	2.7c
Rendimientos (tm/ha) ^X	47a	40a	26a	30a	40a

^ZDatos tomados a los 4 años de edad.

^YDuncan, 5%.

^XPromedios de 1975 y 1976.

Desde su implantación en 1971, este ensayo fue podado 3 veces. Se encontró que la producción fue bastante uniforme (aproximadamente 1 fruto/0.3 m3 de VC) independientemente de la densidad, lo que coincide con el valor determinado por Halsey et al (44). De lo expuesto, se podría establecer como premisa que en plantaciones con alta densidad no puede excluirse un programa sistemático y regular de podas.

Otro elemento que se plantea en la actualidad es el referente a la época del año en que se debe realizar la poda. La decisión de cuándo efectuarla está influenciada por múltiples factores, entre ellos: climáticos, calendario de cosechas y el estado general de las plantas. A fin de encontrar el momento óptimo desde el punto de vista fisiológico se han efectuado estudios acerca de la dinámica de la formación de yemas florales, dormancia, metabolismo de carbohidratos y ciclos de crecimiento de raíces y brotes (60). Es común en muchas áreas recomendar la poda o raleo de copa al final de la primavera a fin de evitar posibles daños por heladas al permitir un adecuado crecimiento y endurecimiento de la brotación antes de que se produzcan las primeras heladas. En Texas, en cambio, la poda inmediatamente después de los fríos es

la que produce la mínima reducción de los rendimientos en la cosecha siguiente (Tabla 9) (33).

Tabla 9. Influencia de la época y cantidad de poda en los rendimientos de pomelo 'Marsh' (kg/árbol).^Z

Fechas de podas	Arboles sin podar		Arboles podados	
	Rendimientos		Ramas eliminadas	Rendimientos
Med. diciembre	112a ^Y		13a	91a
Med. febrero	121a		16a	71b
Med. abril	116a		12a	54c

^ZDatos de 4 años (en el Hemisferio Norte); los tratamientos no estuvieron igualmente representados en cada estudio de podas a través de los años, aunque los datos pueden ser comparables a plantaciones comerciales.

^YDuncan, 1%

Puede observarse que aunque la cantidad de ramas podadas es semejante en las diferentes fechas, los árboles que fueron podados a mediados de diciembre tuvieron rendimientos significativamente mayores que los otros tratamientos. Los estudios realizados hasta la fecha indican que la respuesta a la poda ha variado con la variedad, lugar, época del año y la severidad con que la misma es efectuada (60).

La incidencia de la época de poda en el crecimiento y floración fue también estudiada en Australia (31) con naranja 'Valencia' de 38 años injertada en limón rugoso y podado mensualmente (cada época de poda estuvo representada por 4 árboles) desde setiembre de 1973 a abril de 1974 en la que se removieron unos 30 cm. de copa de los cuadrantes este y oeste; y tanger 'Ellendale' (*C. reticulata* Blanco x *C. sinensis* (L) Osb.) de 17 años injertado en naranjo dulce y trifolia, en el cual se podaron 40 cm. de cada lado y descoparon: 90 cm. en los injertados sobre pie dulce, y 0.3 y 0.5 respectivamente en los injertados en trifolia (3 árboles por cada pie y época de poda). La poda afectó tanto el crecimiento como la longitud de la brotación en las ramas podadas. En el ensayo de 'Valencia' los rebrotes en las plantas podadas en abril no sobrevivieron el invierno de 1974. En cambio ocurrieron 2 rebrotes en las podadas desde setiembre hasta diciembre y hasta 3 en las podadas en setiembre y octubre, constatándose que cuanto más temprano se realizó la poda mayores fueron las longitudes de los segundos y terceros rebrotes (Fig. 7).

En el ensayo de 'Ellendale' la poda de marzo redujo tanto el número de rebrotes como sus longitudes en el rebrote inicial (Tabla 10). En los árboles podados en marzo el 15% de las ramas podadas produjeron rebrotes, mientras que en las podadas en octubre rebrotaron el 96% de ellas, produciéndose además una segunda rebrotación en el 17% de las mismas. La floración en la primavera siguiente en las ramas podadas también se vió afectada. Los brotes florales en 'Valencia' fueron evidentes en los rebrotes de los árboles podados durante el período de setiembre a enero (Fig. 8). No se encontraron diferencias significativas en los % de brotes fructíferos de los árboles podados entre setiembre y diciembre, aunque el % registrado en los árboles podados

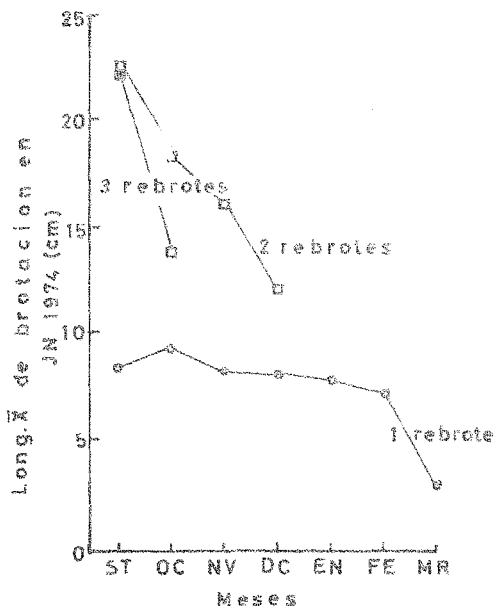


Fig. 7. Influencia de la época de poda en la longitud de rebrotes de naranja 'Valencia' (3).

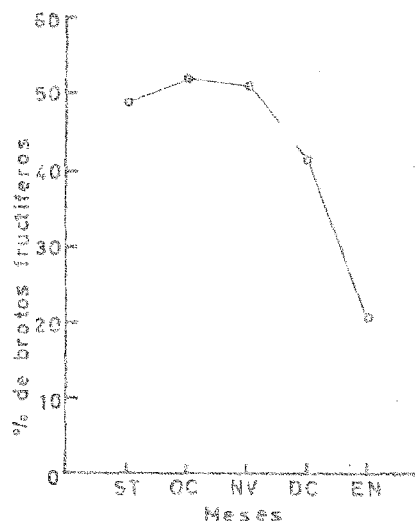


Fig. 8. Influencia de la época de poda en la fructificación de árboles de 'Valencia' en la estación siguiente (3).

Tabla 10. Efecto de la poda en el crecimiento de la brotación (cm) y su incidencia en la floración de la primavera siguiente en tanger 'Ellendale' (3).

Epoca de poda	N° de brotes/rama podada	Longit. inicial rebrote	Longit. 2a. rebrotación	N° inflorescencia/rama podada
Octubre	4.7 ± 0.3	10.1 ± 0.5	18.2 ± 1.7	4.6 ± 0.9
Marzo	0.2 ± 0.1	3.4 ± 1.1	----	-----

en enero fue significativamente menor ($P < 0.05$) que el registrado en aquellos podados en setiembre, octubre y noviembre. Los árboles tratados en febrero, marzo y abril sólo produjeron crecimiento vegetativo en las ramas podadas.

En el ensayo de 'Ellendale' florecieron el 65% de las ramas podadas en octubre, mientras que en las plantas podadas en marzo produjeron sólo crecimiento vegetativo. La media del número de inflorescencias es mostrada en la Tabla 10. La poda y descope en octubre de 1976 y marzo de 1977 provocaron una reducción significativa en la cosecha de setiembre de 1977 (Tabla 11). La reducción del rendimiento fue mayor en el tratamiento de poda en marzo. El control y los árboles podados en octubre no mostraron diferencias significativas en el rendimiento de los 2 años siguientes. La mayor producción de los árboles podados en octubre, en el segundo año, fue suficiente para compensar la dismi-

nución del rendimiento en el primer año, mientras que la poda en marzo produjo una significativa reducción del rendimiento en los dos años posteriores.

Tabla 11. Efecto de la época de poda en el rendimiento de árboles de 'Ellendale' (kg/árbol) (3).

Epoca de poda	Rendimientos		
	1977	1978	1977-78
Control	192c ^Z	122a	314b
Octubre 1976	140b	159a	299b
Marzo 1977	104a	110a	214a

^ZP < 0.05 en las columnas

En el ensayo de 'Ellendale' ambos tratamientos redujeron las variaciones estacionales de rendimientos, lo cual también ha sido observado en Texas (32) para pomelos (Fig. 9) y en California para 'Valencia' (51). Cuando la poda se efectuó a mediados del verano, 40-65% de los rebrotes florecieron en la primavera siguiente y se consideró que ésta no fue mayor debido al corte no selectivo que efectúa la máquina, ya que se ha observado que las ramas que son fuertemente cortadas tienden a producir mayor crecimiento vegetativo posterior en detrimento del fructífero que aquellas que son podadas levemente (60).

Para concluir este punto habría que destacar que un programa de podas debería poseer suficiente flexibilidad para adecuarse a los cambios del árbol y a las condiciones culturales o económicas a los efectos de utilizar todas las circunstancias que permitan mayores retornos para el productor.

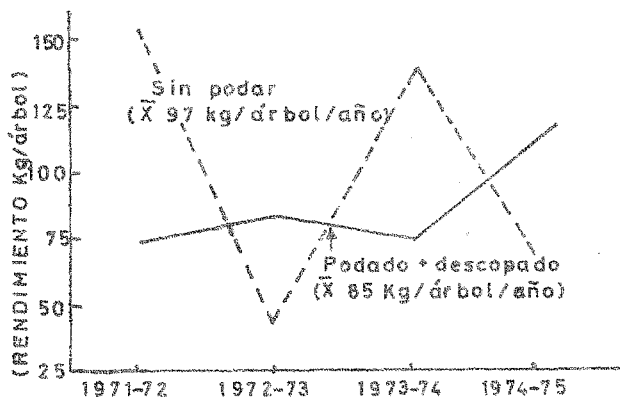


Fig. 9. Rendimientos promedio de pomelos 'Marsh' podados y descopados y sin podar durante 4 años después del tratamiento (32).

2. Utilización de pies enanizantes

La segunda aproximación es la utilización de una combinación con desarrollo lento y escaso vigor, lo cual puede lograrse a través de los pies enanizantes, es decir, que el tamaño a que se inducirá la planta adulta no sería mayor de 2.5 m. (6, 11, 26).

Un portainjerto con estas características puede ser definido como aquel que tiene una influencia limitadora o enanizante en el crecimiento de la copa. El carácter enanizante puede deberse a varios factores: a) utilización de algún portainjerto que per se induce esta condición a la combinación aún cuando éste se encuentre libre de virus (enanismo verdadero, "true dwarfing"), b) enanismo de origen virósico ("viral dwarfing") debido a la susceptibilidad del portainjerto a algunos virus enanizantes, tales como el de la exocortis que veremos luego, y c) inhibición del crecimiento debido a factores ambientales ("environmental stunting") que se presenta cuando el portainjerto no está bien adaptado a determinadas condiciones de clima y suelo. El crecimiento pues, puede verse reducido por uno o varios de estos factores.

Las variedades potencialmente aptas para portainjertos de citrus han sido relativamente inexploradas. Dentro de la sub-familia Aurantioidae existen 33 géneros, de los cuales Citrus es uno de ellos. Esto significa que hay 32 géneros con sus especies que pueden eventualmente dar origen a algún porta injerto de interés comercial.

El tamaño de un árbol representa alguna forma de balance fisiológico entre sus respectivos componentes. Es posible que dos fuentes materiales de propagación puedan exhibir al combinarse un comportamiento que sea completamente diferente al de sus respectivos padres. No existen trabajos que describan un enanismo verdadero en los citrus. Algunos pies, tales como el trifolia y alguno de sus híbridos, han sido considerados como enanizantes (10, 38), esto se debió a que en muchos ensayos se encontraban inoculados con razas débiles de exocortis sin presentar el descortezado típico de este virus. En otros casos, particularmente en Florida, se debió a la influencia de factores ambientales, principalmente aquellos de suelo, ya que debido a su característico sistema radicular no era eficiente en la obtención de agua y nutrientes. Por otro lado, existe una gran gama de vigor entre las numerosas líneas de este pie; algunas de ellas producen excelente crecimiento (76), así por ejemplo la selección 'Christian' (flor grande) se ha comportado con mayor vigor que la 'Rubidoux' (flor chica), aunque las diferencias tienden a ser menores cuando son injertados con material nucelar (70, 74).

Los híbridos del trifolia producen varios grados de vigor, los citrangeres 'Troyer' y 'Carrizo' son relativamente vigorosos (5), mientras que 'Rusk' y 'Savage' ejercen alguna influencia enanizante (37).

Otro ensayo muestra que el rendimiento de naranja 'Valencia' injertada en citrange 'Rusk' fue alto en relación al tamaño del árbol, además de impartir buena calidad de fruta y cierta tolerancia al frío (34). El citrangequat 'Thomasville' Fortunella sp x (C. sinensis (L) Osb. x P. trifoliata Raf.) es aparentemente enanizante y muy resistente al frío (36). Severinia buxifolia (Poir.) Tenore y Severinia disticha (Blanco) Swingle, también han sido mencionadas como enanizantes (7), pero son monoembriónicas y heterocigóticas lo que implicaría su propagación por medio de cultivo de embriones. Aunque Fortunella sp ha sido considerada, tiene problemas de incompatibilidad en la zona de injertación (37). En la actualidad se están estudiando otros géneros de la familia Aurantioidae, diferentes de Citrus, Poncirus y Fortunella, a fin de determinar sus comportamientos con otros citrus (6, 8), pero se requieren muchos años y un cuidadoso estudio a nivel de las diferentes combinaciones, calidad de fruta, rendimientos, etc.

3. Injerto intermediario ("interstock")

La utilización de un injerto intermedio parece ser promisorio desde el punto de vista de la obtención de plantas enanas, pero aún no se ha desarrollado con fines comerciales. La mayoría de las variedades comestibles de citrus pertenecen principalmente al género Citrus con pocas variedades del género Fortunella. Gardner (35) realizó un ensayo utilizando un "interstock" de limón rugoso entre un portainjerto de naranjo agrio y 'Valencia', y de naranjo agrio entre limón rugoso y 'Valencia', los cuales fueron comparados con controles de 'Valencia' injertada en agrio y rugoso respectivamente. Seis años después se encontraron las esperadas diferencias entre los pies de limón rugoso y agrio, pero no se observaron los efectos de los injertos intermedios. Sin embargo, esto no significa que el uso de "interstock" deba ser descartado. En California se han realizado los mayores esfuerzos en este sentido hasta el presente. Bitters (9) describió un número de variedades tipo-citrus ("citrus relatives") que se mostraron promisorios al ser utilizados como injertos intermedios, al inducir diferentes grados de enanismos en limones y naranjos. De los utilizados, Citropsis gillettiana y Clymenia polyandra fueron los de mejor comportamiento en cuanto a control de tamaño, aunque bastante susceptibles al frío (48). Resta aún evaluar la influencia del tamaño del injerto intermedio y su efecto en el nivel nutricional de las hojas, desarrollo radicular, productividad y calidad del fruto. Todavía no existe información referente al comportamiento de los mismos frente a las diferentes enfermedades (virus y micoplasmas) y longevidad. Desde ya se sabe que las plantas con injerto intermedio tardarán en el vivero un poco más y su costo, por lo tanto, será mayor, aunque esto desde el punto de vista práctico no es un factor limitante.

4. Influencia enanizante del virus de la exocortis (CEV)

La presencia del CEV no siempre tiene efectos depresivos, ya que se ha demostrado la existencia de varias razas que producen detención del crecimiento en aquellos árboles intolerantes al mismo (22, 40) sin producir descortezado del trifolia, dependiendo esto del grado de severidad del virus (17). La detención del crecimiento pues, no siempre es considerada indeseable (27); la tendencia actual es la de utilizar un mayor número de plantas de reducido tamaño y productivas, siendo el rendimiento por ha. una mejor medida de la adecuada combinación variedad/pie que el rendimiento por árbol (58). Por otro lado, existe información de una producción más precoz en los árboles enfermos que en los sanos (23). Ensayos de campo en Australia han mostrado el potencial de la utilización del CEV a nivel comercial (2, 4, 54), aunque su aplicación parece estar obstaculizada por ciertos riesgos y la incertidumbre concerniente al virus y su interacción con el huésped. La inoculación de plantas sanas ha presentado ciertos temores a los productores ante la posibilidad de mutaciones y de su posible e indeseable transmisión a los árboles adyacentes, ya sea naturalmente o durante las operaciones de poda, aunque teóricamente las plantas inoculadas con CEV no requerirían estos trabajos al ser de menor tamaño. Por otro lado, la dispersión de exocortis está influenciada por la variedad utilizada. Los pomelos y las mandarinas parecerían ser más resistentes a la inoculación mecánica (39).

El CEV aparentemente no muta fácilmente a formas más detrimentales que la original. Las plantas inoculadas en ensayos han permanecido con una apariencia estable (56). Si ocurriera una mutación indeseable, no sería pro-

bable que se convirtiera en un problema serio debido a que estaría restringida a un árbol individual; además, el virus de la exocortis no es transmisible por insectos.

A fin de determinar el efecto de diferentes líneas de CEV con pomelo 'Marsh' (*C. paradisi* Macf.) injertado sobre 9 pies, incluyendo aquellos considerados intolerantes a este virus, se realizó un experimento del cual se muestran los resultados en la Tabla 12 (28). El CEV redujo la producción de los árboles injertados en lima dulce 'Columbia' (*C. limetticoides* Tan.) y trifolia. Los injertados en lima de 'Rangpur' (*C. limonia* Osb.) no experimentaron reducciones apreciables en el rendimiento con la línea E-1, sin embargo, hubo una pequeña reducción cuando se inoculó con la E-7. En general, no existieron diferencias significativas entre los 4 tratamientos cuando se utilizó limón rugoso, naranjo agrio, mandarina 'Cleopatra' (*C. reshni* hort. ex-Tanaka) y *Citrus macrophylla*. La línea E-1 produjo escamado severo en todos los trifolias de flor chica y en 5 de los de flor grande; en la lima 'Rangpur' el descascarado pareció ser menos severo. En cuanto a la calidad de la fruta, el efecto más consistente fue la elevación del nivel de grados Brix para los pies de lima dulce 'Columbia', lima 'Rangpur' y en ambas selecciones de trifolias inoculadas tanto con la raza E-1 como con la E-7. En este experimento se puede ver que los tamaños promedio de los árboles injertados en portainjertos intolerantes fueron significativamente menores que en los sin inocular. En los pies tolerantes al CEV no se observaron reducciones en el tamaño de la planta, circunferencia del tronco y rendimientos. Aún es muy temprano para concluir definitivamente si la inoculación con exocortis en las combinaciones intolerantes se traducirá en una mayor productividad cuando las plantas estén adecuadamente espaciadas, aunque éstas sean de menor tamaño.

En Brasil se instaló un ensayo con 8 clones de naranja 'Hamlin' injertada en lima de 'Rangpur' con diferentes tratamientos, Tabla 13 (71). El análisis estadístico de los datos mostró: a) que los árboles nucelares produjeron más fruta y fueron más grandes que los clones viejos; b) dentro de los nucelares 3 fueron estadísticamente comparables, pero el cuarto produjo un rendimiento menor; c) los clones viejos libres de exocortis tuvieron un rendimiento de fruta y alturas de las plantas mayores que aquellos con CEV; d) los árboles infectados con una raza débil produjeron más que aquellos con una severa; e) los clones con CEV mostraron menores diámetros de tronco; f) el rendimiento relativo por volumen de copa fue mayor en los árboles portadores de CEV y menor en los clones nucelares.

5. Control químico del crecimiento

La poda mecánica es una práctica frecuente en muchos países desarrollados; sin embargo, los sensibles incrementos de costos de ésta han hecho que la utilización de sustancias inhibidoras del crecimiento resultaran muy atractivas. Hasta el presente no ha sido registrado comercialmente ningún producto que retarde el crecimiento. De estos, principalmente la hidrácida maleica (MH), ha sido ensayada en California con limones (45), naranja 'Valencia' y pomelos (31), en los cuales su aplicación ha producido un engrosamiento de la corteza del fruto. Otros productos están siendo probados en limón, tales como la forma amonio del etil-carbamoil-fosfonoato (Krenita) (12), el 2,2-dimetilhidrácida del ácido succínico (SADH) y el 6-hidroxi-3-(2H)-piridacenona de potasio (KMH), pero aún se requiere más información

Tabla 12. Influencia del CEV en el rendimiento y tamaño del árbol de pomelo 'Marsh' (28)

Pie	Inóculo de CEV ^Y	\bar{x} de ca- jones ^Z 1967-72	Diám. de la copa (m)	Altura de la copa (m)	Circunferencia del tronco (cm)
Limón rugoso	E-1	4.9	4.30	4.15	54.8
	Control	4.6	4.26	3.99	57.1
	E-5	3.9	4.03	4.09	55.8
	E-7	4.3	4.11	4.06	56.1
	\bar{x}	4.4	4.17	4.07	56.0
Naranja agrio	E-1	4.1	4.22	3.98	56.6
	Control	3.4	4.23	4.45	58.9
	E-5	3.9	4.60	4.41	59.4
	E-7	4.2	4.1	4.03	57.6
	\bar{x}	3.9	4.29	4.22	58.1
Lima dulce 'Columbia'	E-1	4.3	3.41c ^X	3.23c ^X	50.0c ^X
	Control	5.5	4.65a	4.35a	60.7a
	E-7	5.1	3.97b	3.58b	55.6b
	\bar{x}	4.9	4.01	3.84	55.4
Lima de 'Rangpur'	E-1	5.5	3.99b	3.64c	53.8c
	Control	5.7	4.58a	4.21a	64.0a
	E-5	5.1	4.06b	4.06b	58.9b
	E-7	4.7	3.81b	3.61c	53.3c
	\bar{x}	5.2	4.11	3.87	57.5
Trifolia flor grande \bar{x}	E-1	2.0c ^X	2.49c	2.42c	32.5c
	Control	3.1a	4.19a	3.66a	47.5a
	E-7	2.7b	3.08b	2.77b	38.8b
	\bar{x}	2.6	3.25	2.95	39.6
Trifolia flor chica \bar{x}	E-1	1.6	1.87c	1.80c	28.9c
	Control	2.9	3.38a	3.60a	44.4a
	E-5	2.8	3.45a	3.37a	44.4a
	E-7	2.5	3.04b	2.68b	35.5b
	\bar{x}	2.4	2.94	2.86	38.3
Mandarina 'Cleopatra'	\bar{x}	3.7	4.4	4.02	57.8
Naranja 'Hamlin'	\bar{x}	4.4	4.62	4.38	63.5
Citrus macrophylla	\bar{x}	5.4	4.23	3.98	55.0

^YE-1=raza severa; E-5=libre de CEV; E-7=moderadamente severa

^ZCaías...

Tabla 13. Comportamiento de 8 clones de naranja 'Hamlin' injertados en lima 'Rangpur' (71)

Clones ^y	Prod/árb. \bar{x} 1967-72	\bar{x} Diam.copa (m)	\bar{x} altura árb. (m)	Prod. \bar{x}/m^3 de copa (kg)
N1	112.7	3.4	3.4	5.3
N2	95.7	3.3	3.3	4.7
N3	102.0	3.3	3.4	4.9
N4	97.3	3.3	3.5	4.6
O1	61.8	2.5	2.6	6.9
O2	83.5	2.2	2.9	6.6
EM	60.5	2.4	2.4	7.8
ES	48.8	2.2	2.2	7.8

^y N1 a N4, clones nucelares; O1 y O2 clones viejos libres de exocortis; EM clon viejo infectado con una línea débil de exocortis; ES, clon viejo con línea severa de exocortis

antes de utilizarlos a nivel comercial. El ácido abscísico (ABA) es un inhibidor del crecimiento que ocurre naturalmente en el reino vegetal y que también se encuentra en los citrus (1, 41). Se ha demostrado que ABA interactúa con sustancias que promueven el crecimiento y se considera que eventualmente podría ser utilizado también como regulador del desarrollo de los citrus (78). También se ha probado el Alar (daminocide) que ha resultado muy promisorio en el control del crecimiento vegetativo de deciduos, pero su acción en citrus ha sido escasa o nula. Cycocel (Chlormequat), Phosphon-D (CEBP) y AMO-1618 (ACPC) han mostrado diferentes grados de efectividad, lo que ha desestimado su producción para uso comercial. Aunque se han ensayado diversos reguladores de crecimiento en citrus, pocos aparecen promisorios hasta el presente (20, 68). Algunos parecen actuar como podadores químicos al eliminar las yemas terminales y/o suprimir el crecimiento de nuevos brotes. El descubrimiento de alguna sustancia confiable desde el punto de vista comercial será otra valiosa herramienta que se agregará al manejo de los montes de citrus denudamente plantados.

VI. RESUMEN

Diversos factores de orden económico han incidido para que los citricultores resolvieran incrementar el número de plantas por unidad de superficie. Una decisión de este tipo implica pues la consideración de otros elementos que a las distancias convencionales parecerían no ser tan críticos. La experiencia tiende a demostrar que la producción por ha. es mayor en los primeros años y luego decae a causa de la competencia entre las plantas. Este aspecto es encarado en las plantaciones por medio de podas y raleo de árboles en aquellos casos extremos de población. Antes de efectuar una plantación con alta densidad es imprescindible conocer el desarrollo de la combinación variedad-portainjerto, tanto a edad temprana como adulta, así como la disponibilidad de agua del suelo y el régimen hídrico de la zona, ya que estos, conjuntamente con el nivel de nutrientes en el suelo serán los primeros limitantes del desarrollo y producción. Otro factor limitante es la fotosíntesis, de ahí que la orientación de las filas sea un elemento de gran importancia, por lo tanto, el tamaño, forma y distancia entre los árboles deberían ser ajustados para una máxima intercepción de luz solar y permitir a su vez el pasaje de la maquinaria.

La poda, manejo al que frecuentemente hay que recurrir, trae aparejado un comportamiento de la planta que a su vez hay que considerar ya que tiende a producir mayor número de ramas verticales muy vigorosas y menos fructíferas que aquellas que crecen horizontalmente. El doblado de ramas para controlar el vigor y una poda orientada a estimular el crecimiento horizontal podría servir para controlar el tamaño del árbol, pero estas prácticas pueden no ser comercialmente convenientes. Este problema podría ser disminuido comenzando la poda a edad temprana y raleando ramas frecuentemente para evitar las podas severas, además de realizar un cuidadoso control en el suministro de nitrógeno.

Si bien algunas experiencias muestran una clara ventaja para montes altamente poblados al considerarlos en períodos cortos y aislados, es necesario evaluar el comportamiento global por lo menos en los primeros 10-15 años antes de poder visualizar alguna tendencia práctica. En este sentido, conviene tener en cuenta que un alto porcentaje del retorno en los primeros años es para amortizar una mayor inversión inicial.

La aproximación más práctica con árboles de tamaño estandar puede ser una plantación densa a efectos de mayores rendimientos iniciales y luego raleo antes de que se produzca competencia entre ellos (14). La decisión de eliminar plantas sanas y productivas no es fácil y frecuentemente es tomada demasiado tarde. La remoción de árboles, por otro lado, puede ser muy costosa y el rendimiento es sustancialmente reducido el primer año. En algunos casos el raleo ha mostrado una respuesta favorable al restaurarse el creci-

miento de las copas de las plantas que quedan y permitir una mejor intercepción de luz solar, aunque en otros casos ha resultado en menores rendimientos en comparaciones de largos períodos (65). Estas discrepancias podrían explicarse por medio de varios factores, tales como, cultivar, vigor del árbol, condiciones locales y el nivel de competencia que existía en el momento del raleo. Los setos son obstáculos para el desplazamiento de los operarios desde una fila a la otra y muchas veces no hay espacios para colocar cajones grandes en el momento de la cosecha. La remoción ocasional de plantas podría solucionar estos aspectos. La eliminación cada 3a., 4a. o 5a. planta (dependiendo de las distancias entre los árboles), sería menos costosa que la eliminación de un árbol por medio y permitiría crear espacio necesario entre ellos, formándose grupos de "unidades foliares" integrados por 2, 3 o 4 plantas.

Los requerimientos culturales son algo diferentes que en las plantaciones menos densas, además de requerirse un mayor nivel técnico. Los montes densos no pueden mantenerse sin riego y estos deberán aplicarse con mayor frecuencia, especialmente si los pies tienen un sistema radicular reducido como es la característica de algunos enanizantes (25). Las pulverizaciones foliares (control de enfermedades e insectos y nutrientes) serían más efectivas y menos costosas en plantas más chicas y cercanas unas de otras. En los árboles muy grandes la cobertura del producto suele ser deficiente si el equipo no es adecuado, disminuyendo en consecuencia la calidad del fruto.

El uso de portainjertos enanizantes, injertos intermediarios, razas débiles de CEV y el control químico del crecimiento, son alternativas que están siendo estudiadas en los países desarrollados para integrarlos al esquema de manejo de los montes cítricos de alta densidad.

De lo expuesto anteriormente es evidente que son muchos los factores que afectan el crecimiento y rendimiento de un monte cítrico. La corrección de poblaciones excesivas o inadecuadas en una plantación es difícil y costosa; en muchos casos los errores cometidos en el espaciamiento de un monte pueden ser rectificadas solamente con un gran costo extra, situación ésta que no puede ser económicamente enfrentada por la mayoría de los productores.

VII. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a los Ings. Agrs. H. C. Campiglia y M. B. Novella por las sugerencias aportadas en la preparación de esta revisión.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Addicott, F. T. and J. L. Lyon. Physiology of abscisic acid and related substances. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20:139-164. 1969.
2. Bacon, P. E. and K. B. Bevington. Some effects of rootstocks and planting density on the performance of dwarf Valencia orange. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:567-571.
3. _____ and _____. Effect of time of hedging on shoot growth and flowering in citrus. 1978 *Proc. Int. Soc. Citriculture* 314-316.
4. Bevington, K. B. and P. E. Bacon. Effect of rootstocks on the response of navel orange trees to dwarfing inoculations. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2:570-571.
5. Bitters, W. P. Rootstock responsibilities. *Calif. Citrog.* 46:342-344, 347. 1961.
6. Bitters, W. P. Citrus rootstocks improvement. In: L. K. Jackson, A. H. Jackson and J. Soule (eds). *Proc. 1st Int. Citrus Short Course: Citrus rootstocks.* Univ. Florida Ext. Ser., Gainesville. p. 92-96. 1973.
7. _____, J. A. Brusca and D. A. Cole. The search for new citrus rootstocks. *Calif. Citrog.* 49:443-448. 1964.
8. _____, D. A. Cole and J. A. Brusca. The citrus relatives as citrus rootstocks. *Proc. 1st Int. Citrus Symp.* 1:411-415. 1968.
9. _____, _____ and C. D. McCarty. Citrus relatives are not irrelevant as dwarfing stocks or interstocks for citrus. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:561-567.
10. _____, C. D. McCarty and D. A. Cole. Evaluation of trifoliate orange selections as rootstocks for Washington navel and Valencia orange. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:127-131.
11. Boswell, S. B., D. R. Atkin, C. D. McCarty and R. D. Copeland. A preliminary assessment of citrus spacing on production using a "substandard" rootstock-scion combination. *HortScience* 13(4):468-469. 1978.
12. _____, R. M. Burns and H. Z. Hield. Inhibition effect of localized growth regulator sprays on mature lemon trees. *HortScience* 11(2): 115-117. 1976.
13. _____, L. N. Lewis, C. D. McCarty and K. W. Hench. Tree spacing of 'Washington' navel orange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 523-528. 1970.
14. _____, C. D. McCarty, K. W. Hench and L. N. Lewis. Effect of tree density on the first ten years of growth and production of 'Washington' navel orange trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 370-373. 1975.
15. _____, _____, and L. N. Lewis. Tree density affects large-root distribution of 'Washington' navel orange trees. *Hort-Science* 10(6):593-595. 1975.
16. _____, _____ and K. W. Opitz. Citrus tree spacing in California. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 1:166-169.
17. Broadbent, P., L. R. Fraser and J. K. Long. Exocortis virus in dwarfed citrus trees. *Plant Dis. Rptr.* 55:998-999. 1971.
18. Burke, J. H. The citrus industries of North Africa. U. S. D. A., *For. Agr. Ser. Agr. Rpt.* 66:152 p. 1952.

19. Burke, J. H. Citrus industry of Italy. U. S. D. A., For. Agr. Ser. Agr. Rpt. 59:79, p. 1962.
20. Burns, R. M., S. B. Boswell and M. Z. Hield. Effects of growth regulators on Ventura lemon trees. Citrograph 61(10):355, 356, 382. 1976.
21. Cain, J. C. Optimum tree density for apple orchards. HortScience 5:232, 234. 1970.
22. Calavan, E. C. and L. G. Weathers. Evidence for strains and stunting with exocortis virus. In: W. C. Price (ed), Proc. 2nd Conf. Intern. Organ. Citrus Virol., University of Florida Press, Gainesville. p. 26-33. 1961.
23. _____ and D. W. Christiansen. Effect of exocortis on production and growth of 'Valencia' orange trees on trifoliolate orange rootstock. In: J. F. L. Childs (ed), Proc. 4th Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. University of Florida Press, Gainesville, p. 101-104. 1968.
24. Camp, A. F. Planting and care of young citrus trees. In: Citrus Industry of Florida, Fla. Dept. Agr., Tallahassee. p. 100-111. 1957.
25. Castle, W. S. and A. H. Krezdorn. Soil water use and apparent efficiencies of citrus trees on 4 rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(4): 403-406. 1977.
26. _____ and R. L. Phillips. Potentially dwarfing rootstock for Florida citrus. 1977 Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:558-561.
27. Cohen, M. Exocortis virus as a possible factor in producing dwarf citrus trees. Proc. Florida State Hort. Soc. 81:115-119. 1968.
28. _____. Effect of exocortis inoculation on performance of 'Marsh' grapefruit trees on various rootstocks. In: L. G. Weathers and M. Cohen (eds) Proc. 6th Conf. Int. Organ. Citrus Virol. Univ. California, Riverside. p. 117-121. 1974.
29. Chang, J. Climate and Agriculture. Aldine Publishing Co., Chicago. 304 p. 1974.
30. Davidson, J. L. and J. R. Philip. Light and pasture growth. In: Climatology and microclimatology. UNESCO. 1958.
31. Erickson, L. C., B. L. Brannaman, H. Z. Hield and D. M. Muller. Responses of orange and grapefruit trees to maleic hydrazide. Bot. Gaz. 114:122-130. 1952.
32. Fucick, J. E. Hedging and topping in Texas grapefruit orchards. 1977 Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:172-176.
33. _____. Citrus tree size control: Adapting hedging, topping and pruning practices to various orchards designs and tree spacings. 1977 Proc. Int. Soc. Citriculture. p. 309-314.
34. Gardner, F. E. Evaluation of citrus rootstocks for Florida. Citrus and Veg. Mag. 24(11):16. 1961.
35. _____. The failure of rough lemon and sour orange interstocks to influence tree growth, yield and fruit quality of sweet orange varieties. Proc. Fla. State Hort. Soc. 79:90-94. 1968.
36. _____ and G. E. Haronic. Cold tolerance and vigor of young citrus trees on various rootstocks. Proc. Fla. State Hort. Soc. 76:105-110. 1963.
37. _____ and _____. Growth, yield and fruit quality of 'Marsh' grapefruit on various rootstocks on the Florida east coast - a preliminary report. Proc. Fla. State Hort. Soc. 79:109-114. 1966.
38. _____ and _____. Poncirus trifoliata and some of its hybrids as rootstocks for 'Valencia' sweet oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 80:85-88. 1967.

39. Garnsey, S. M. The effects of virus and viruslike diseases on citrus production in Florida. In: L. K. Jackson, A. H. Krezdorn and J. Soule (eds), Proc. 1st Int. Citrus Short Course -Citrus Rootstocks. Univ. of Florida, Gainesville. p. 77-86. 1973.
40. _____ and M. Cohen. Response of various citron selections to exocortis infection in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 78:41-48. 1956.
41. Goldschmidt, E. E. Endogenous growth substances of citrus tissues. HortScience 11(2):95-99. 1976.
42. Green, P. H. Hedgegrow planting in Ventura County, Calif. Citrog. 40:438-448. 1955.
43. Greene, B. A. and J. P. Gerber. Radiant energy distribution in citrus trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90:77-85. 1967.
44. Halsey, D., C. McCarty and S. Boswell. Desert grapefruit pruning and orchard thinning trials. Cal. Agric. 26(3):7-9. 1972.
45. Hield, H. Z., C. W. Coggins and S. B. Boswell. Some effects of localized maleic hydrazide sprays on lemon trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82:158-164. 1963.
46. Klein, J. Why not double set citrus trees? Calif. Cultivator, 83:75, 103. 1936.
47. Kretchman, D. W. and A. H. Krezdorn. Recent developments in pruning citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 74:64-74. 1961.
48. Krezdorn, A. H. Interstocks for tree size control in citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91:50-52. 1978.
49. Kriedmann, P. E. Some photosynthetic characteristics of citrus leaves. Aust. J. Biol. Sci. 21:895-905. 1968.
50. Lawrence, F. P. Planting and care of young citrus. Univ. Fla. Agr. Circ. 238; 22p. 1968.
51. Lee, B. W. Hedging and topping of mature Valencia orange trees. Calif. Citrog. 48:42, 52-53. 1962.
52. Lewis, L. N., C. D. McCarty and L. W. Crim. Planting distances in orange groves. Calif. Citrog. 47:75, 84-86. 1961.
53. Lombard, T. A. 'Valencia' orange tree spacing experiment. Calif. Citrog. 35:397. 1950.
54. Long, J. K., L. R. Fraser and J. E. Cox. Possible value of close-planted, virus-dwarfed orange trees. In: W. C. Price (ed), Proc. 5th Conf. Int. Organ. Citrus Virol. University of Florida Press, Gainesville, p. 262-267. 1977.
55. McCarty, C. D. High density planting. Calif. Citrog. 51:91, 110, 112, 114-115. 1966.
56. _____, S. B. Boswell and D. A. Cole. Effect of tree density on maturity of navels. Citrograph 60:291-292. 1975.
57. _____, G. K. Brown and P. F. Burkner. Citrus tree and orchard modification to facilitate mechanical harvest. 1969. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:653-658.
58. Mendel, K. New concepts in stionic relations of citrus. In: H. D. Chapman (ed), Proc. 1st Intern. Citrus Symp. University of California, Riverside, 1:387-390. 1969.
59. Monselise, S. P. Light distributions in citrus trees. Bul Res. Coun. Israel. 1(3):36-53. 1951.
60. Moss, G. I. Regrowth and flowering in sweet orange after pruning. Aust. J. Res. 24(1):101-109. 1973.
61. Norris, R. E. Tree spacing and thinning. Citrus Ind. 42(9):13-16. 1961.

62. Norris, R. E. Thinning practices in Florida citrus groves. Univ. Fla. Agr. Ext. Serv. Circ. 228:14 p. 1962.
63. Passos, O. S., A. P. Cunha Sobrinho, Y. S. Coelho and E. M. Rodriguez. Behavior of orange trees under three spacings in the State of Bahia, Brazil. 1977 Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:169-171.
64. Pearce, R. B., R. h. Brown and R. G. Blaser. Photosynthesis in plant communities as influenced by leaf angle. Crop. Sci. 7:321-324. 1967.
65. Pehrson, J. E. Handling hedgerows. Citrograph 59(10): 346-247. 1974.
66. Phillips, R. D. Performance of closely spaced trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 81:48-51. 1969a.
67. _____. Dwarfing rootstocks for citrus. Proc. 1st Int. Citrus Symp. 1:401-406. 1969b.
68. _____. Screening growth regulators for vegetative growth control of citrus. HortScience. 7(3):252-254. 1972.
69. _____. Hedging angles for 'Hamlin' oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 85:48-50. 1972.
70. _____ and W. S. Castle. Evaluation of twelve rootstocks for dwarfing citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5):526-528. 1977.
71. Pompeu, J., O. Rodriguez, J. T. Sobrinho, J. P. Neves Jorge and A. A. Salibe. Behavior of nucelar and old clones of 'Hamlin' sweet orange on 'Rangpur' lime rootstocks. In: E. C. Calavan (ed), Proc. 7th Conf. Intern. Organ. Citrus Virol., University of California, Riverside. p. 96-97. 1976.
72. Savage, Z. Relationships of yield to age of trees and trees per acre. Citrus Ind. 37(6):6, 18, 19, 56.
73. _____. Some considerations regarding setting distances. Proc. Fla. State Hort. Soc. 72:79, 83. 1959.
74. Shannon, L. M., E. F. Frolich and S. H. Cameron. Characteristics of Poncirus trifoliata selections. J. Rio Grande Valley Hort. Soc. 14:108-117. 1960.
75. Shertz, C. E. and G. K. Brown. Determination of fruit-bearing zones in citrus. Amer. Soc. Agr. Eng. 9(3):366-368. 1966.
76. Strauss, G. R. Trifoliolate proves excellent rootstock for Ivanhoe planting. Calif. Citrog. 47:373-376. 1962.
77. Wheaton, T. A., W. S. Castle, D. P. H. Tucker and D. W. Whitney. Higher density planting for Florida Citrus - Concepts. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91:27-33. 1978.
78. Yadava, U. L. and D. F. Dayton. The relation of endogenous abscisic acid to the dwarfing capability of East Malling apple rootstocks. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(6):701-705. 1972.

SERVICIO DE INFORMACION