

CLÁSSICOS DA CITRICULTURA BRASILEIRA

Fernando Alves de Azevedo¹

APRESENTAÇÃO

A republicação desta edição da *Citrus R & T* traz um artigo de revisão sobre “Controle do tamanho das plantas cítricas”. No texto o autor analisa e descreve inúmeras opções para esse manejo, como o uso de diferentes variedades copa e porta-enxerto, inibidores de desenvolvimento vegetativo, poda e o uso de fitopatógenos.

Tal assunto assume grande importância no momento que a citricultura brasileira passa por drásticas adaptações, em virtude de problemas fitossanitários, como o *huanglongbing* (HLB, *ex-greening*). A diminuição do *stand* de plantas nos talhões, decorrente da erradicação de plantas doentes, exige a adoção de novas alternativas, por parte do produtor, como o plantio adensado.

Há um limite para se adensar. É preciso respeitar a genética e o vigor das plantas. Dessa forma, essa revisão mostra interessantes possibilidades para ‘manejarmos’ a arquitetura das plantas cítricas. Técnicas que serão indispensáveis para citricultura brasileira em tempos de HLB.

¹ Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC. Rodovia Anhanguera, Km 158, Caixa Postal 04, 13490-970, Cordeirópolis/SP.

Controle do tamanho de plantas cítricas

Eduardo Sanches Stuchi¹

RESUMO

A necessidade de incrementar a produção por unidade de superfície disponível e a rentabilidade vem sendo considerada há tempo na citricultura. Para tal, os plantios foram direcionados ao aumento da densidade de população por meio de espaçamentos mais estreitos, logrando com isso, maior superfície ou volume produtivo por área. No entanto, essa opção traz uma série de problemas relacionados com o tamanho das árvores que, a partir certa idade, necessita ser controlado. Nesta revisão, são analisadas as opções para exercer o controle do tamanho das plantas cítricas, entres as quais destacam-se variedades, inibidores de desenvolvimento vegetativo, poda, porta-enxertos e patógenos.

Termos de indexação: citros, porte da planta, adensamento.

SUMMARY

Citrus tree size control

The need to increase the yield per available surface unit and the rentability has been considered for some time in the citrus industry. Therefore the plantings were changed toward a higger planting density, achieving with this a bigger surface or productive volume per area. Nevertheless, this option brings a number of problems related to the size of the trees, that begin from a certain age and needs to be controlled. In this review article the options are analized to put in practice the size control of the citrus trees using varieties growth regulators pruning, rootstocks and pathogens.

Index terms: citrus, size control, spacements.

¹ Engenheiro Agrônomo, FCAV-Unesp, Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro. Rodovia Brigadeiro Faria Lima, km 384, Caixa Postal 49, 14700-000 Bebedouro-SP

INTRODUÇÃO

O controle do tamanho das plantas tem importância na medida em que favorece algumas operações do cultivo e a implantação de pomares com densidade de plantio superiores às praticadas atualmente, permitindo, conseqüentemente, maior exploração da área disponível.

Há que considerar também os aspectos de melhoria nas condições de trabalho e segurança para homens nas operações de colheita e tratamentos fitossanitários, bem como o menor risco de disseminação do cancro cítrico devido à diminuição do uso de escadas na colheita.

CASTLE & PHILLIPS (1977) sugeriram uma rega pela qual as plantas podem ser classificadas, de acordo com sua altura ou volume de copa, da seguinte maneira: *anã*, quando apresenta menos de 40% do estande; *semi-anã*, 40-60%; *semi-estande*, 60-80%, e *estande*, 80-100%. O estande adotado foi o limão 'Rugoso', mas poderia ser a laranja 'Azeda', que apresenta porte geralmente 5 a 10% menor.

Também BITTERS et al. (1979) propuseram uma classificação de tamanho das plantas segundo a qual uma árvore *estande* deve ter mais de 6.0m de altura; uma *subestande*, 4.8m (redução de 25% em relação a padrão), uma *semi-anã* 3.6m (redução de 50%) e uma *anã* 2.4m (redução de 75% e não necessitar de escada para a colheita). Os padrões adotados foram laranja-doce, limão 'Rugoso' e citrange 'Troyer'.

Deve-se adotar um padrão para cada região, zona ou país, baseando-se sempre no porta-enxertos que apresentem o maior desenvolvimento vegetativo nas condições dadas.

São claras as vantagens de instalar pomares com densidades superiores, notadamente a maior produção inicial numa mesma área. Entretanto, pode ocorrer o sobrecruzamento das plantas na idade adulta, causando problemas para a realização dos tratamentos culturais e da colheita.

Para incrementar ainda mais as densidades de plantio, é necessário encontrar formas de controle do tamanho das plantas. Dada a importância do tema, muitos trabalhos foram executados em todo o mundo; sua dispersão dificulta um estudo mais detalhado do assunto, por isso, nesse trabalho de revisão, procurou-se ser o mais abrangente possível a reunião dos mesmos.

FATORES QUE DETERMINAM O TAMANHO DAS PLANTAS CÍTRICAS

O tamanho das plantas é determinado por: variedade, porta-enxerto, condições de solo e fitossanitárias, e outros tratamentos culturais que influenciam o vigor e o hábito de crescimento. Também o clima exerce grande influência.

Em climas secos, como o da bacia mediterrânea, do oeste dos Estados Unidos e regiões similares, os cítricos produzem folhas um pouco menores e mais espessas, entrenós curtos e copas mais compactas que em regiões mais quentes e úmidas como as dos estados do golfo do México, do Sudeste do Brasil e regiões tropicais úmidas. As espécies e variedades comerciais de cítricos alcançam normalmente alturas compreendidas entre 4.5 e 12-15m em árvores de 25-35 anos de idade (REUTHER, 1973). A planta é mais compacta e a espessura das folhas, tanto maior quanto mais seco e frio for o clima (HODGSON, 1967).

O número total de raízes e a profundidade da zona explorada pelo sistema radicular influenciam o tamanho das árvores e a produção (Ford, 1954, citado por JONES & EMBLETON, 1973). Há uma correlação positiva entre o peso de raízes nos 90cm superficiais do solo e a produção (Cahoon et al., 1959, citados por JONES & EMBLETON, 1973). Há também uma correlação positiva entre o desenvolvimento das raízes e o da copa (Saloman, 1985 citado por GOLOMB, 1988).

Em solos argilosos, o sistema radicular dos cítricos é menos denso e bastante menos fibroso e, por consequente, o porte das árvores desenvolvem um potente sistema radicular, com raízes numerosas bem distribuídas e fibrosas, o que faz que as plantas adquiram grande tamanho. Quanto menor a profundidade do solo, menores o porte e o desenvolvimento das plantas, em consequência do deficiente desenvolvimento do sistema radicular, por falta de espaço para sua expansão (GONZÁLEZ-SILICIA, 1968). Os cítricos cultivados em solos de pouca fertilidade também são de menor porte (WHEATON et al., 1978).

O efeito do porta-enxerto no hábito de crescimento é de menor importância, mas tem grande influência na época de maturação e na conservação dos frutos na árvore (HODGSON, 1967). Entretanto, Bitters (1949) e Krezdorn (1973), citados por CASTLE & PHILLIPS (1977) afirmaram que o porta-enxerto possui, possivelmente, grande influência no controle do tamanho das árvores.

As variedades, por suas características genéticas, têm comportamento próprio e independente do efeito do clima, mas sofrem a influência do cavalo em que são enxertadas (PASSOS & BOSWELL, 1979). Entre todas as variedades, apenas a tangerina ‘Clausellina’ desenvolve copas reduzidas e, em determinadas circunstâncias, a Satsuma (TRÉNOR, 1987).

Pomelos e limoeiros alcançam grande desenvolvimento, enquanto as laranjas e tangerinas podem ser classificadas como de tamanho intermediário. ‘Navelina’ e ‘Clementina’ apresentam menor desenvolvimento que ‘Navelate’, ‘Valência Late’, ‘Washington Navel’ e ‘Salustiana’ (ZARAGOZA et. al., (1981).

A idade do material de propagação tem também grande influência no tamanho das plantas: as originadas com material de origem nuclear são mais vigorosas que as propagadas com material envelhecido (BITTERS et. al., 1979).

BITTERS et. al., (1981) constataram que quanto mais alto se efetuava o enxerto, mais baixas eram as plantas e menor a produção aos 10 anos de idade. As alturas de enxerto de laranja ‘Valência’ em citrange ‘Troyer’ e tangerina ‘Cléopatra’ ensaiadas foram: 5,15,30,45,60 e 90cm e o enxerto a 15-30cm, considerou-se mais adequado.

Os resultados estão de acordo com os encontrados pelos autores em uma ampla revisão sobre o tema. Também MEIREIRA & SALIBE (1981) chegaram a conclusões parecidas.

CONTROLE DO TAMANHO DAS ÁRVORES

Existem diversas possibilidades para conseguir o controle do tamanho das plantas nas explorações cítricas, a saber: (a) uso de variedades de pequeno porte por suas próprias características genéticas; (b) aplicação de substâncias que inibam o desenvolvimento vegetativo; (c) emprego de porta-enxertos ananizantes ou de vigor mediano, bem como interenxertos de gêneros afins ou do próprio *Citrus*; (d) poda; (e) uso de agentes biológicos (GOLOMB, 1988).

1. Uso de variedades de pequeno porte

O desenvolvimento de variedades-copa de pequeno porte por melhoramento genético é limitado devido ao grande número de variedades utilizadas, já que

seriam necessárias formas anãs de cada uma delas. A transferência de genes pelos métodos convencionais de melhoramento genético é difícil, dado o alto grau de heterozigose dos cítricos (ROOSE, 1986).

Determinadas variedades ou espécies são naturalmente mais vigorosas que outras. O alto vigor dos limões causa problemas para o cultivo dessa espécie (CASTLE & PHILLIPS, 1977). Entretanto, algumas variedades apresentam características genéticas que as tornam interessantes para obter um controle do tamanho das plantas. Algumas variedades de Satsuma (*Citrus unshiu* Tan.) e Kumquat (*Fortunella* sp.) possuem hábito de crescimento ereto, mas com árvores estreitas, enquanto outras, como as toranjas (*Citrus grandis*) e as laranjas de umbigo Skagg’s Bonanza e Tulegold (*Citrus sinensis*) apresentam árvores mais compactas (COLOMB, 1988).

GUARDIOLA et. al. (1973) caracterizam uma mutação de tangerina Satsuma denominada Clausellina, que, sendo precoce, tinha pouco vigor e era muito produtiva, pelo que foi recomendada para plantios adensados (6.0x2.0m) (TRÉNOR, 1987). Também foi descrita a tangerina Miyagawa Wase como uma variedade semi-anã de Satsuma (HIRANO et.al., 1981). IWAMASA et.al. (1981) descreveram um grupo de mutantes também de Satsuma do grupo Wase com produção superprecoce e árvores anãs. Iwasaki et al. (1961) citados por BITTERS et. al. (1981), utilizando uma variedade de Satsuma anã chamada Noda.

O uso de variedades de pouco vigor vegetativo ou com hábitos de crescimento favoráveis é alternativa limitada pelas imposições da preferência dos consumidores.

2. Inibidores do desenvolvimento vegetativo

Os cítricos apresentam um período juvenil durante o qual as plantas expressam características como elevado número de espinhos, crescimento vegetativo vigoroso, entrenós compridos e falta de floração. Supõe-se que essas características sejam devidas à translocação de hormônios juvenis (giberelinas e citoquininas) desde as raízes quando a relação raízes/copa é relativamente alta (MONSELISE, 1984).

Os inibidores de desenvolvimento vegetativo são considerados como antagonistas da síntese de giberelinas. Por isso, espera-se que afetem a alongação celular

e retardem o desenvolvimento vegetativo (Agustí et al., 1982, e Mauk et al., 1986, citados por DELHOM & PRIMO-MILLO, 1989, E BORROTO et al., 1986). Seria desejável encontrar inibidores de desenvolvimento com capacidade de reduzir o crescimento sem reduzir a área foliar, resultando em plantas pequenas e produtivas, como foi descrito para outras espécies. Mas os inibidores cloromequate (CCC) e daminozide (SADH) não induzem efeitos positivos para os cítricos (Monselesse, 1979, citado por AGUSTÍ & ALMELA, 1991).

O crescimento e o desenvolvimento são controlados pela interação entre as substâncias promotoras de crescimento e as inibidoras. O ácido abscísico (ABA) é um inibidor do desenvolvimento presente em cítricos cuja interação com os promotores de desenvolvimento, bem como sua função reguladora, foram demonstradas. Também foram encontrados níveis altos de ABA em porta-enxertos ananizantes de maçã, onde sua interação com os promotores de desenvolvimento também foi demonstrada (Martin, 1967; Yadava & Dayton, 1972, citados por PHILLIPS, 1978a). O ABA não é o único inibidor do desenvolvimento; composto fenólicos e lactonas são alguns dos inibidores distintos do ABA. Dentro desse grupo de substâncias, também se encontram determinados produtos orgânicos de síntese capazes de retardar a elongação do caule, aumentar a cor verde das folhas e afetar indiretamente a floração (AGUSTÍ & ALMELA, 1991).

Visando ao controle do desenvolvimento de plantas cítricas, foram avaliados reguladores do desenvolvimento, como ácido naftalenoacético (NAA), hidraniza maléica (MH), daminozide (SADH), derivados da limonina e composto experimentais (WILSON, 1983). Entretanto, o controle do tamanho dos cítricos com o uso de reguladores não tem dado resultados satisfatórios em parte devido a efeitos secundários indesejáveis, como distorções e queimaduras nos brotos vegetativos e florais, e perda da dominância apical.

3. A poda

A poda inicial de formação (desponte) é determinante do tamanho final da planta, já que, quando é realizada a uma menor altura, a planta fica baixa (GONZÁLEZ-SICILIA, 1968). Quando a poda da planta jovem se faz de forma intensiva, as plantas desenvolvem copas mais reduzidas e um sistema radicular menos abundante,

do que resulta uma planta menor, que demora mais tempo para entrar em produção (ZARAGOZA et al., 1989).

Cada espécie, cada variedade e mais ainda, cada combinação copa/cavalo, tende em estado adulto aquisição de uma copa típica com uma forma, um tamanho e características vegetativas determinadas, as quais podem não ser economicamente adequadas. Por isso, mediante a poda, pode-se modificar a tendência natural, que é acumular ramos fracos, declinantes e/ou mortos no interior. Ao mesmo tempo, a operação favorece a frutificação nas partes interiores pelo aumento da aeração e insolação. Quando as distâncias entre as plantas são pequenas e as copas ficam unidas, com a produção localizada unicamente na parte superior da copa, permanecem as zonas inferiores improdutivas, diz-se que o pomar perdeu a saia. Essa situação é muito difícil de resolver por meio da poda (LEWIS & McCARTY, 1973; ZARAGOZA et al., 1989).

CARY (1977) observou que a remoção de 10% do volume das copas, ao se iniciar o sobrecruzamento, é suficiente para controlar essa tendência e, inclusive, incrementar a produção. Com essa prática, as podas seguintes podem ser menos severas (retirada de cerca de 1% de copa), garantindo uma recepção de luz adequada e produtividade elevada a longo prazo. BEVINGTON (1980) afirmou que a redução da produção devida à poda no ano subsequente é tanto maior quanto mais severa tenha sido a poda. Conforme esse autor, o número e o tamanho dos ramos foram maiores quando a poda foi mais severa.

O custo da poda mecânica apresentou tendência em ser maior quando a densidade de plantação e a idade das plantas eram maiores em um pomar de laranja 'Pineapple' sobre limão 'Volkameriano' com densidade de plantio de 215, 358 e 716 árvores/hectares desde o 5º ao 19º ano. A mesma tendência é válida para os custos de colheita, mas somente do 5º ao 14º ano (KOO & MURARO, 1982). Possivelmente isso seja verdadeiro para todas as espécies.

A poda do topo, comum em limoeiros (ZARAGOZA & ALONSO, 1978), estimula uma nova brotação que recompõe a altura perdida, principalmente quando é feita sem inclinações (PHILLIPS, 1980). O problema de rebrota vigorosa e excessiva tende a se perturbar, indo contra a produção. Isso também é verdade para a poda lateral (PHILLIPS, 1978B, e WILSON, 1983).

Podar para poder conter as plantas em um espaço predeterminado vai contra a produção. Em algumas situações, tem a vantagem de facilitar os tratamentos culturais, mas deve ser realizada levemente. A poda leve na parte superior da copa para facilitar a abertura e promoção do crescimento de brotos produtivos no interior das plantas pode ser proveitosa (BROSWELL et. al., 1977).

Quanto mais severa é a poda, maior a redução da colheita seguinte (FUCIK, 1977; BOSWELL et. al., 1978; Salomon & Ahituv, 1970, citados por CARY, 1977). Quanto mais se rebaixa a altura, piores são as produções acumuladas (Wheaton et. al., 1984). A poda anual resultou na pior produção acumulada quando comparada as frequências de poda bienal, trienal e controle sem podar (ZARAGOZA & ALONSO, 1981).

TUCKER & WHEATON (1978), em uma análise dos plantios de alta densidade, na Flórida, concluíram que faltava uma ação mais decisiva relativa ao início mais adiantado das operações de poda mecânica e de topo. Seu início mais cedo na vida do pomar reduziria sua severidade e minimizaria a perda de partes produtivas das árvores, evitando a rebrota vigorosa que a poda severa causa.

Pode-se pensar no uso de poda para os plantios de alta densidade desde que se inicie o programa de podas antecipadamente e as faça com maior frequência e menor intensidade, juntamente com um controle rigoroso da adubação nitrogenada. (PHILLIPS, 1978B; WILSON, 1983). Entretanto, ZARAGOZA, et. al. (1987) afirmavam ser um erro plantar adensado pensando em que a poda poderá limitar eficazmente o tamanho da copa. A poda deve ser considerada um corretivo do tamanho de plantas, devendo ser aplicada em pomares com problemas de superpopulação, e não como uma medida para o controle permanente do tamanho das plantas em novos pomares adensados.

4. Porta – Enxertos

O porta-enxerto provavelmente possui a maior influência no controle do tamanho das árvores (BITTERS, 1949, e Krezdorn, 1973, citados por CASTLE & PHILLIPS, 1977). Idealmente, o tamanho deveria ser controlado geneticamente. Materiais verdadeiramente anãos (genéticos) teriam uma aplicação mais universal porque estariam menos afetados por diferenças no tipo de cultivo, sensibilidade a patógenos e tipos de solo (CASTLE & PHILLIPS, 1977).

Controlar o tamanho das plantas com o uso de porta-enxertos é de interesse, já que não aumentaria os custos de estabelecimento e manejo dos pomares (ROOSE, 1990). Portanto, a melhor solução para um controle natural do tamanho seria a seleção de variedades, porta-enxertos ou combinações com características ananizantes ou de pouco vigor. Com isso, o manejo dos pomares poderia dar-se sem poda ou com uma poda mínima (PHILLIPS, 1969, 1978a).

Um porta-enxerto ananizante é aquele que, em combinação com outras partes da planta e independentemente da influência de patógenos, ambiente ou outras resulte numa árvore adulta não maior que 2.5m de altura (CASTLE, 1978). PHILLIPS (1969, 1970) definiu como porta-enxerto ananizante aquele que tenha um efeito redutor do tamanho da copa. Ressaltou a distinção entre nanismo verdadeiro, que ocorreria sem a influência de patógenos, e nanismo induzido pela interação com patógenos e/ou determinadas condições ambientais.

Um porta-enxerto ananizante ideal deveria ter os seguintes qualificativos; tolerância à maior parte das enfermidades, adaptação a uma ampla faixa de tipos de solos e de climas, precocidade, facilidade de propagação, compatibilidade com todas as variedades, conferir alta qualidade aos frutos e à copa e ter crescimento inicial rápido (ROOSE, 1986).

Porta-enxertos foram descritos como ananizantes ou semi-ananizantes. Mas não foi comprovado se se trata de um efeito devido ao próprio porta-enxertos ou à interação entre este e determinados patógenos (ROOSE, 1986).

4.1. *Poncirus trifoliata*

O *Poncirus trifoliata* e alguns de seus híbridos foram considerados com possíveis cavalos ananizantes, já que as copas enxertadas sobre eles mostram porte relativamente pequeno. Por outro lado, muitos desses afeitos podem ser devidos à presença do complexo de viróides da exocorte ou à má adaptação a determinadas condições de solo, especialmente a solos arenosos onde o *P. trifoliata* se comporta como subestandard (COHEN, 1968, E PHILLIPS, 1978a).

Existem muitas seleções de *P. trifoliata*, que podem ser divididas em dois grandes grupos: de flores pequenas (3,0 – 4,0 cm) e de flores grandes (5,5 – 6,5

cm). As do primeiro têm hábito de crescimento arbustivo e muito ramificado e as do segundo apresentam crescimento ereto, sem ramificações e com mais vigor em sementeira, de acordo com Shanon et. al. (1960) citados por PHILLIPS (1969 E 1978a) e por BITTERS et. al. (1973). As seleções do grupo de flores pequenas geralmente produzem plantas de menor tamanho, com maior produção por volume de copa que as propagandas nas seleções de flores grandes (PHILLIPS, 1978b). Por isso, as seleções de flores pequenas, principalmente a Rubidoux, predominam nos pomares plantados sobre *P. trifoliata* a partir de 1950 na Califórnia (BITTERS et. al., 1973). Do grupo de flores grandes representado pela seleção Pomeroy resultam geralmente árvores 15 a 20% maiores que as do grupo de flores pequenas, que, por sua vez, induzem a árvores 15-20% menores que os padrões. O trifoliata Rubidoux reduz 42% o tamanho de árvores de laranja Valência; e 46% de laranjas de umbigo e 72% o de pomelos não afetados por patógenos conhecidos (BITTERS et al., 1979).

Entretanto, segundo FORNER (1985), quando o *P. trifoliata* é enxertado com variedades livres de excortes e plantado em solos ácidos, dá árvores que podem adquirir um volume normal com boa produtividade e excelente qualidade de fruta.

PHILLIPS & CASTLE (1977) constataram que as seleções de trifoliata English Small, Christiansen e Rubidoux formaram plantas semi-anãs. A seleção English Small induziu a plantas menores e mais produtivas em relação ao tamanho da copa de laranja 'Valência'. As plantas sobre limão 'Rugoso' que serviram de testemunhas alcançaram um volume de copa de 14,3m³, enquanto as seleções apresentaram 3,3, 3,6 e 4,1 m³ aos quinze anos de idade. Foi sugerido que esse efeito se devesse às condições de solo arenoso da localidade em que se efetuou o experimento, mas a possibilidade de que se tratasse de nanismo verdadeiro não foi excluída. Em contrapartida, dez clones de *P. trifoliata*, avaliados com copa de limão 'Lisboa', não mostraram diferenças significativas em produção, eficiência de produção e superfície de copa (Sarooshi & Broadbent, 1922, citados por BROADBENT, 1993).

RECUPERO (1990) descreveu o comportamento de duas plantas de origem zigótica de *P. trifoliata* com características ananicantes. Esses resultados indicaram a possibilidade de transferir as características ananicantes de *P. trifoliata* por hibridação genética.

4.1.1. *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon'

O trifoliata Flying Dragon é o único porta-enxerto ananicante verdadeiro atualmente conhecido. Originou-se por mutação do *P. trifoliata*. Caracteriza-se por ter os espinhos curvados para baixo e crescimento dos ramos em ziguezague. Há poucos experimentos sobre este porta-enxertos, mas suas características são similares às do Trifoliata. É tolerante à tristeza, *Phytophthora* e nematoides, mas suscetível à excorte. Apresenta pouca adaptação a todos os tipos de solo, com desenvolvimento pobre em solos alcalinos e arenosos. Induz tolerância ao frio. Só apresenta problemas graves de incompatibilidade com o limão 'Eureka'. Sua precocidade não está claramente definida e sua multiplicação é trabalhosa. Dá plantas com tamanho de 33% do estandarde (BITTERS et. al., 1979; FORNER, 1985; PEHRSON, 1986; ROOSE, 1986, 1990).

O caráter ananicante do trifoliata Flying Dragon é transmitido geneticamente. Apresenta, portanto, grande potencial em programas de melhoramento para obtenção de híbridos como citranges e citrumelos, que demonstram melhores características agrônômicas, ou para identificar e transferir o gene do nanismo por processo de engenharia genética (ROOSE, 1986).

RECUPERO (1990) afirmou que quando Flying Dragon foi o progenitor masculino em cruzamento com laranja 'Azeda', não foi capaz de transmitir o hábito de crescimento em ziguezague a nenhum dos mais dos mais de 100 híbridos obtidos. Haveria de se comprovar se os híbridos possuem as características ananicantes e se estas estão ligadas ao hábito de crescimento em ziguezague.

RECUPERO et. al. (1992) confirmaram que o Flying Dragon é geneticamente capaz de induzir nanismo às copas. Todavia, não foi capaz de retardar o crescimento de limoeiros aos cinco anos de idade. As variedades Valência Late e Washington Navel são mais afetadas que as 'Taroco' e 'Sanguinello Moscato' bi desenvolvimento das copas.

WHEATON et. al. (1991) observaram que Flying Dragon, aos sete anos de idade, não induziu boa produção. O volume de copa das diversas variedades ensaiadas foi em torno de 3,0 m³.

Em um experimento instalado em 1987 na Austrália, Flying Dragon produziu árvores co 64% do

tamanho do estandarde. As plantas de limão 'Lisboa' em Flying Dragon apresentaram menor tamanho, produção acumulada 50% menor que as plantas sobre os quatro melhores clones de Trifoliata (Swingle, Christiansen, Chinese, Large Flower e seleção Australiana 22) (BROADBENT, 1993).

O desenvolvimento de Flying Dragon é lento no primeiro ano no campo. Seu crescimento se acelera entre 1,5 e 2,5 anos de idade. A redução da altura das plantas esteve entre 20 e 25% aos três anos. A produção por unidade de volume de copa das plantas de distintas variedades sobre Flying Dragon foram 3 a 6 vezes maiores que a das combinações sobre *Citrus macrophylla*. A lima ácida 'Tahiti' sobre Flying Dragon apresentou precocidade com produção já no segundo ano da implantação (MANDEMBA – SY et. al., 1993).

4.2. Porta-enxertos híbridos

CASTLE (1980), com base em resultados de um ensaio com copa de laranja Valência e pomelo Marsh, apontou como porta-enxertos com potencial para uso em plantações de alta densidades e citrange 'Rusk', laranja Koethen x trifoliata Rubidoux e limão Cravo x citrange Troyer. Com base em outro trabalho com laranja Pineapple e pomelo Ruby, indicou limão Cravo x citrange Troyer, *Citrus sunki* x citrumelo Swingle e citrange 'Morton'. Este último também foi sugerido por WHEATON et al. (1990) como porta-enxerto de vigor moderado.

PHILLIPS & CASTLE (1977) classificaram os citranges 'Troyer' e 'Carrizo' como semi-estandarde e citrange 'Ruski' como semi-anão. Todavia, pode ter havido influência das condições de solo.

O citrange 'Rusk' plantado em densidade de 2000 plantas/hectare com copas de laranja 'Hamlin' e 'Valência', pomelo 'Redblush' e tangor 'Murcote' proporcionou sempre o menor volume de copa com boa produção e qualidade do fruto (WHEATON et. al., (1990).

O citrange 'Cunningham' ananica a maioria das copas em mais de 50%, mas as árvores declinam após dez anos (BITTERS et. al., 1979).

O citrange 'C-35', aos onze anos, formou plantas pequenas com boa produção com as copas de laranja 'Valência', 'Washington Navel', tangelo 'Minneola' e limão 'Lisboa' (ROOSE et al., 1989).

Conseguiram-se plantas com tamanho entre 70 a 75% do estandarde (semi-estandarde) em árvores so-

bre limão Cravo x citrange Troyer de oito anos de idade (CASTLE & PHILLIPS, 1977). Árvores de laranja 'Valência' sobre esse porta-enxerto apresentavam uma superfície de copa em metro quadrado de aproximadamente 40 a 83% daquelas em citrume 'Swingle' e *P. trifoliata* respectivamente. As produções de laranja 'Valência' e de pomelo 'Marsh' foram 14 a 19% menores que a de citrumelo 'Swingle'. O limão 'Eureka' sobre esse híbrido apresentou uma área de superfície de copa de 83% em relação ao limão 'Rugoso' mas a produção dói apenas de 48% (Sarooshi, não publicado, citado por BROADBENT, 1993).

O híbrido limão Cravo x citrange Troyer, devido ao seu crescimento lento, apresentou árvores subestandarde com alturas entre 50 e 75% das citrange 'Carrizo' e limão 'Rugoso' respectivamente. A altura média foi de 2,3 m aos doze anos, quando enxertados com laranja 'Valência'. As produções foram consistentemente superiores, em 25%, as obtidas com 18 outros porta-enxertos, além de que apresentou precocidade na produção. Seu uso foi recomendado para plantios em alta densidade, em que pese mostrar alguma suscetibilidade ao *blight* (CASTLE & PHILLIPS, 1977).

O citrangequat Thomas é aparentemente ananicante e muito tolerante ao frio (Gardner & Horanic, citados por PHILLIPS, 1969)

Árvores de laranja 'Valência' em híbrido de *Fortunella hindsii* revelaram bom comportamento, alcançando tamanhos entre 40 a 50% do estandarde (CASTLE & PHILLIPS, 1977).

Em 1976, foi selecionada uma planta de citrange denominada BA-300, entre 300.000 plantas existentes num viveiro. Apresentava crescimento em ziguezague do tronco e dos ramos, tamanho reduzido de folhas e altura, aos doze anos, de 2,3 m. Em 1985, outro mutante, de crescimento mais rápido, folhas semelhantes às de citrange 'Troyer' e hábito de crescimento em ziguezague foi identificado em Árvores originadas da árvore BA-300 original. Um mutante de citrange 'Carrizo' denominado Carrizo contorto mostrou crescimento em ziguezague, mas as plantas originadas de suas sementes produziam plantas normais (RECUPERO, 1990).

RECUPERO (1992) afirmou que o citrange BA-300 era geneticamente capaz de induzir nanismo às copas. Entretanto, não atrasou o crescimento de limoeiros aos cinco anos de idade. As variedades

Valência Late e Washington Navel foram mais afetadas que ‘Tarocco’ e ‘Sanguinello Moscatto’, no que se refere a vigor de copa.

Outras espécies de gêneros afins também foram ensaiadas. *Citrus vebberi*, *Citrus hystrix* e *Severinia buxifolia* deram árvores semi-anãs aos serem utilizados como porta-enxertos para laranja ‘Valência’. As alturas das árvores de cada combinação foi de 3,6, 2,6 e 3,3 m; o volume de copa, 49,9 25,9 e 25,9m³, e a produtividade acumulada de um período de oito anos 21,5; 22,7 e 15,0 kg/m³ (VALLE VALDÉS, 1984).

4.3. Tetraplóides

Nos porta-enxertos cítricos quase a totalidade dos embriões tetraploides têm origem nos tecidos de nucela, e portanto, possuem os mesmos genes dos embriões nucleares. A tetraploide geralmente tem efeitos sobre o aspecto da planta, tais como: folha mais largas e arredondadas, mais espessas, mais escuras e crescimento retardado SLADE LEE et al., 1990; ROOSE & KUPPER, 1993). A origem e o potencial de uso dos poliploides foram amplamente revisados por SLADE LEE (1988).

Todas as variedades poliembriônicas produzem tetraploides nucleares. A ocorrência desses embriões tem frequência variável entre um ano e outro e entre partidas de sementes de uma mesma variedade, ocorrendo a maior variação entre variedades e espécies. O limão ‘Rugoso’ apresenta 0,2%, as limas mais de 3,0% e os citranges entre 2,5 e 3,0%. Os tetraploides de uma série de cultivares mostraram vigor reduzido e, quando empregados como porta-enxertos, coferiram nanismo com redução do volume de copa em torno de 3,5 vezes. Os tetraploides apresentam o sistema radicular menos ramificado, com raízes mais grossas e em menor número. Se uso como ananicantes es’ta sendo estudado na Austrália, onde foram selecionados tetraploides da maioria dos porta-enxertos comerciais; *P. trifoliata*, citranges ‘Troyer’ e ‘Benton’, citrumelo ‘Swingle’, limão ‘Volkamericano’, limão ‘Rugoso’ e diversos clones de laranja e das tangerinas ‘Cleópatra’ e ‘Emperor’ (SLADE LEE et al., 1990).

4.4. Interenxertos e gêneros afins

O uso de interenxertos foi proposto como alternativa com potencial para produzir nanismo em plantas cítricas, com a vantagem adicional da

possibilidade de uso de um porta-enxerto com as características mais apropriadas às condições de solo e/ou ocorrência de enfermidade. O interenxerto pode influenciar tanto o cavalo como a copa e ser influenciado por ambos. Algumas variedades ou espécies mostraram efeito ananicante quando utilizados como interenxertos, o que não apresentam como porta-enxertos (PHILLIPS, 1978a). Entre elas, as espécies de gêneros afins *Citropsis giletiana* e *Clymenia poliantra* foram consideradas as mais promissoras.

Em seu clássico trabalho, no qual estudaram as possibilidades do uso de gêneros afins como porta-enxertos e interenxertos para limão ‘Eureka’ e ‘Lisboa’ e laranjas ‘Valência’ e ‘Washington Navel’, BITTERS et al. (1977) encontraram resultados muito variáveis no que se refere à produtividade e ao tamanho das plantas, entre 25 e 75% do tamanho padrão. Indicaram como potenciais os generos *Clymenia*, *Microcitrus*, *Eremocitrus* e *Citropsis*, KREZDORN (1978), analisando as plantas do estudo de BITTERS et al. (1977) destacou como interenxertos promissores os seguintes: *Feronia limonia*, *Hesperethusa crenulata*, *Citropsis giletiana* e *Clymenia poliantra*.

O uso de uma variedade de Satsuma anã (Noda) como interenxertos para a combinação de Satsuma Tachikawa como copa e *P. trifoliata* como cavalo, resultou em plantas como menor vigor de copa, menor produção e menor crescimento do cavalo. Esses efeitos foram incrementados com o envelhecimento das plantas (Iwasaki et al., 1961, citados por BITTER et al., 1981b).

BITTERS et al., (1981a) estudaram o efeito da altura e do comprimento de interenxertos recíprocos de tangerina ‘Cleópatra’ e citrange ‘Troyer’ na produção e tamanho das plantas de laranja ‘Valência’. as alturas de inserção dos interenxertos de 15 cm foram 5, 15, 30 e 45 cm, com uma testemunha sem interenxertos. Como testemunha adicional, cada cavalo foi auto-interenxertado com uma peça de 15 cm. Também foram ensaiados diferentes comprimentos de interenxertos (5, 15, 30, 45 e 60 cm) colocados a 15 cm de altura. Os diferentes tipos de interenxertos deram poucas diferenças nos parâmetros analisados. O tamanho das plantas e a produção foram tanto menores quanto maior a altura de inserção do interenxerto. Os cavalos auto-interenxertos mostraram maior redução de porte que os interenxertos reciprocamente. Os dois porta-

enxertos, quando foram auto-enxertos a 15 cm de altura e com 15 cm de comprimento de interenxertos tiveram comportamentos similares, isto é, redução em torno de 30% do tamanho das copas, bem como da produção.

ASHKENAZI et al. (1992) constataram que plantas de seis anos de pomelo 'Star Ruby' com interenxertos de 'Flying Dragon' sobre os cavalos de laranja-azedo, citrumelo 'Swigle', limão 'Volkameriano' e limão 'Cravo' mostraram volumes de copa de 65,9 65,3 59,3 e 52,6% respectivamente das plantas sem interenxertos. Resultados similares foram encontrados quando compararam árvores de cinco anos de idade sobre 'Flying Dragon' com outras sobre laranja-doce com interenxertos de 'Flying Dragon'.

O trifoliata 'Flying Dragon' usado como interenxerto causou uma redução considerável da copa de laranja 'Valência' tanto com o citrange 'Troyer' como com o *P. trifoliata* como cavalos. A redução média foi de 37,5% em comparação com as plantas sem interenxerto. Por outro lado, 'Flying Dragon' como porta-enxerto produziu uma redução de 67% em relação com o citrange 'Troyer' e 65% em relação com *P. trifoliata* (ROOSE, 1990).

O interenxerto que se produz como consequência de "reconversão varietal" (sobre enxertia), seja em plantas jovens, seja adultas, não afeta o desenvolvimento posterior das plantas (KREZDORN, 1978).

O uso de interenxertos de gêneros afins, apesar da comprovada redução do crescimento, não tem aplicação comercial, devido, provavelmente, a problemas de incompatibilidade (RECUPERO, 1990).

5. Agentes biológicos

Determinados patógenos afetam o desenvolvimento das plantas, alterando a taxa de crescimento, frutificação, qualidade dos frutos e nutrição mineral. Xiloporose e exocorte têm um efeito ananicante ligeiramente superior ao da tristeza dos citros, e a sorose, o menor efeito. Os efeitos das enfermidades individuais são aditivos. Árvores com 1,2,3 e 4 das enfermidades citadas apresentaram um tamanho de copa médio de 88,75,68 e 66% do tamanho das sem inocular (SMITH et al., 1973).

Sempre que se trata de formas de ananicamento, o uso de patógenos é uma referência obrigatória, sendo a exocorte e a tristeza as sempre consideradas. A primeira vem sendo estudada com o propósito de pro-

duzir nanismo e a segunda apenas sugerida para países onde seja endêmica (ROOSE, 1986).

5.1. Exocorte

A exocorte dos cítricos foi descrita pela primeira vez em 1948 por Fawcett e Klotz na Califórnia como causadora de escamação na casca e nanismo mais ou menos pronunciado em *P. trifoliata* enxertado com determinadas variedades de cítricos. Quase simultaneamente, BENTON et al. (1950) demonstraram que uma alteração de características muito similares, conhecida como "scally butt" na Austrália, desde a década dos 30s, era transmissível por enxerto. Hoje se sabe que essas duas enfermidades e outra detectada no Texas, Louisiana e Brasil, ao enxertar determinadas variedades sobre limão 'Cravo' e que foi denominada "enfermidade do limão Cravo" são uma mesma enfermidade (DURAN VILA 1989a,b, ROISTACHER, 1991).

SEMANCIK WHEATHERS (1972) demonstraram que o agente responsável pela exocorte, anteriormente atribuída a um vírus, na verdade é causada por um viróide. Em condições de campo, a exocorte produz caneluras verticais, descortezamento e descamação da casca, manchas amarelas nos brotos ternos e nanismo em *P. trifoliata* e híbridos do grupo citrange, em algumas variedades de lima (*Citrus aurantifolia*) e limão (*Citrus limon*), no limão 'Cravo' (*Citrus limonia*), em toranja (*Citrus grandis*) (DURAN VILA 1989a,b), bem como na lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia*) (SALIBE & MOREIRA, 1965).

Já nas primeiras descrições da enfermidade e em trabalhos posteriores, especulava-se sobre a possível existência de distintas raças de exocorte (FRASER & LEVITT, 1959; CALAVAN & WHEATHERS, 1961; ROSSETTI, 1961; SALIBE & MOREIRA, 1965). Foram descritas, em inoculação realizadas em *P. trifoliata*, diferenças no período de incubação (desde a inoculação até a aparição de sintomas) e distintos graus de nanismo, assim como diferenças notáveis na intensidade de escamas, rachaduras e caneluras na casca das plantas inoculadas (DURAN VILA 1989a,b).

Em 1964, graças aos trabalhos de CALAVAN et al. (1968) definiu-se o uso de cidra Etrog como um indicador rápido para a exocorte, capaz de detectar também as "raças" que não causavam sintomas típicos em *P. trifoliata* e limão 'Cravo' (OLSON, 1968).

O conceito de raças de exocorte foi definido por diversos autores ao observarem diferenças na severidade dos sintomas e no período de incubação. Entretanto, é evidente a imprecisão desses critérios. Três fontes de exocorte foram classificadas em fraca, moderada e forte, baseando-se nos sintomas em cidra 'Etrog' Azirona 861. A fonte fraca causou ligeiro escurecimento na base do pecíolo e na parte inferior das nervuras principais, epinastia moderada ocasional e pouco ou nenhum nanismo. A fonte moderada causou epinastia das folhas, rachaduras acentuadas das nervuras centrais e nanismo ligeiro a moderado nas plantas. A fonte forte ocasionou epinastia acentuada, pequenas pústulas ou rachaduras verticais nos ramos e elevado nanismo. As três fontes permaneceram estáveis em transferências em série à cidra 'Etrog' (KAPUR et al., 1974).

DURAN VILA (1989a,b) propôs a terminologia de fonte de exocorte para todo tipo de material de campo que dê reação positiva em qualquer teste diagnóstico. Como isolado de exocorte, deve-se considerar uma fonte que tenha sido caracterizada quanto a: (a) sintoma em cidra 'Etrog'; (b) número e tipo de viróides determinadas por seu perfil eletroforético. O conceito de raça restringir-se-ia aos viróides de sequência conhecida conhecida em que se possa detectar pequenas variações na sequência de bases que o compõe.

As plantas de citros afetadas por exocorte apresentam um nanismo que pode ser desejável, já que continuam produzindo frutos de boa qualidade. Estudou-se o efeito de quatro fontes de exocorte (duas de laranja Valência e duas de pomelo Ruby), propagadas sobre *P. trifoliata*, limão 'Cravo' e comparadas com as sobre limão 'Rugoso' e laranja 'Azeda'. Em condições de solo argiloso com pH elevado, as reduções em diâmetro de copa e altura de planta foram de 42 e 50% para *P. trifoliata* e 34 e 33% para o limão 'Cravo', quando inoculados com uma fonte de pomelo 'Ruby', portador de forma severa. A produção acumulada por árvores em 18 anos foi 76 e 52% para *P. trifoliata* e limão 'Cravo' respectivamente, em comparação com a testemunha sobre limão 'Rugoso'. Já em solo arenoso, a redução do diâmetro da copa foi de 57 e 60%, e da altura 19 e 25%, e a produção, de 87 e 14%. A forma severa presente em laranja 'Valência', nas mesmas condições de solo em *P. trifoliata*, reduziu 50% a altura; 40% o diâmetro da copa e 78% a produção, enquanto a forma débil o fazia em 20,18 e 55% respectivamente. Com

o limão 'Cravo', a redução foi de 40% em diâmetro e altura, e de 66% na produção para forma severa e de 14% em ambas as medidas para a fonte fraca, com uma redução na produção de 13% (COHEN, 1968).

A intensidade da expressão de sintomas da exocorte, a redução do crescimento da copa e da produção são sempre mais elevados em *P. trifoliata* que em limão 'Cravo'. O grande vigor deste último foi sugerido como uma possível explicação (MOREIRA, 1959). Há um maior nanismo em árvores de *P. trifoliata* quando à exocorte se soma a tristeza (ROISTACHER, 1991).

SALIBE (1965) sugeriu o prazo de 5-13 dias para que o então chamado vírus da exocorte passasse da gema portadora ao cavalo inoculado. Verificou que, em 20 dias, desde a inoculação, o "vírus" havia passado ao cavalo e nele descido 60 cm. A mobilidade desde as raízes até a copa foi considerada muito lenta.

CALAVAN et al. (1968) inocularam dez laranjas 'Valência Campbell' nucelar sobre *P. trifoliata*, com borbulha de limão 'Eureka', portadoras de exocorte e livres de outras viroses. Essas plantas foram plantadas em campo juntamente com árvores enxertadas com borbulhas indexadas como testemunha. A produção das plantas inoculadas foi maior nos anos iniciais do pomar, porém essa produção era sem importância econômica. Aos dez anos, as árvores inoculadas produziram apenas 58% em peso e 53% em número de frutos da produção das testemunhas. O efeito da exocorte no crescimento das plantas já pôde ser observado aos dois anos do plantio. Aos quatro, o grau de secção transversal do tronco das plantas inoculadas. As contaminadas apresentaram menor tendência à alternância de produção. A redução na produção de frutos foi atribuída à da superfície produtiva causada pela diminuição do tamanho das plantas. As fontes usadas causaram em cidra 'Etrog' nas típicas reações das formas severas, enquanto as formas fracas causaram pouco ou nenhum nanismo nessa indicadora assim como pouca ou nenhuma escamação e/ou nanismo em plantas sobre *P. trifoliata*.

YAMADA & TANAKA (1971) reportaram que árvores de pomelo Marsh enxertado sobre *P. trifoliata* com sintomas de exocorte tinham uma altura de 2,3 m aos trinta anos de idade, enquanto as árvores sobre 'Yuzu' e 'Yamamikan', que não mostravam sintomas, tinham 3,5 e 4,3 m respectivamente. O diâmetro das plantas variou entre 2,8 e 3,4 m para *P. trifoliata*, é 4,6 e 5,4 m para 'Yamamikan'. A produção das plantas

contaminadas foi de 35 e 21% da produção alcançada por 'Yuzu' e 'Yamamikan' respectivamente. Em outro estudo, em que se mediu o comprimento dos ramos das plantas de 'Satsura Owari' sobre *P. trifoliata*, inoculadas com exocorte aos dois anos de idade no viveiro, observou-se uma redução entre 10 e 40% nos brotos aos três anos.

Plantas sobre porta-enxertos susceptíveis após atingir determinado tamanho têm uma reação de nanismo pouco pronunciada quando inoculadas com exocorte (GARNSEY & WHEATHERS, 1971). Árvores adultas, inoculadas com uma fonte severa de exocorte, não mostraram diferenças depois de cinco anos da inoculação em relação à testemunha não inoculada. As variedades usadas foram tangerinas 'Cravo' e 'Dancy', tangor 'Murcote', laranjas 'Hamlin', 'Barão', 'Baianinha', 'Navel' e 'Valência' (todas nuceladas) e lima ácida 'Tahiti' enxertadas sobre limão 'Cravo'. Todas as plantas inoculadas deram reação severa em cidra 'Etrog' (SALIBE, 1980).

Aos dez anos da inoculação com exocorte, árvores de laranja Valência sobre limão Rugoso apresentaram 11 e 13% de redução no crescimento do tronco e da copa respectivamente (SMITH et al., 1973). Árvores de laranja Washington Navel sobre *P. trifoliata*, originadas de gemas de uma árvore portadora de exocorte mostraram altura média de 1,89 m e diâmetro da copa de 2,13 m aos 15 anos de idade, e aos 18 anos a altura média foi de 1,98 m e diâmetro, 2,56 m. O controle apresentou 3,38m de altura e 3,54 m de diâmetro aos 15 anos e aos 18, 3,66 e 4,33 m (LONG et al., 1972).

RODRIGUEZ et al. (1974) usaram oito fontes de exocorte, duas classificadas como severas e seis como fracas por MOREIRA (1941), para inocular plantas de laranja 'Hamlin' nucelar sobre limão 'Cravo' no viveiro. Dois anos depois, as mudas foram plantadas. A produção média total das árvores inoculadas com as seis fontes fracas para o período dos primeiros quatro anos de produção comercial foi de 68,4 kg por árvore. Os controles sem inocular produziram 68,3 kg e os inoculados com a fonte severa, 59,1 kg, ou seja, 13% menos. As distintas fontes fracas induziram os seguintes volumes de copa aos oito anos: 14,5; 18,51; 13,53; 12,09; 14,20; 15,48 m³, as severas 10,59 e 8,46 m³ e a testemunha, 22,86 m³. A média para as fontes fracas foi 14,72 m³; para as severas, 9,50 m³ e, para a testemunha, 22,86 m³. As análises tecnológicas dos frutos

indicaram que não houve adiantamento na maturação nas plantas inoculadas, e que o conteúdo em sólidos solúveis (Brix) e em ácido cítrico (acidez) foi igual para todos os tratamentos.

COHEN (1974) estudou o efeito de duas fontes de exocorte classificadas como severa e moderada, com base na reação em cidra e em observações das plantas matrizes. Essas fontes foram inoculadas por enxerto em plantas de 15 meses de pomelo 'Marsh' nucelar sobre os cavalos: tangerina 'Cleopatra', laranja 'Hamlin', *Citrus macrophylla*, limão 'Cravo', limão 'Rugoso', laranja 'Azeda', *P. trifoliata* de flores grandes. O efeito da exocorte no tamanho das plantas foi muito evidente. O tamanho médio das plantas com cavalos sensíveis inoculados foi significativamente menor que o das plantas testemunhas não inoculadas, enquanto não se observou nenhuma redução no tamanho das plantas com porta-enxertos tolerantes. Aos oito anos, a fonte severa produziu escamação em todas as árvores sobre *P. trifoliata* de flores pequenas e em cinco das seis sobre *P. trifoliata* de flores grandes. Em limão 'Cravo', ocorreram sintomas menos acentuados de escamação em quatro das seis plantas inoculadas. Apenas uma árvore inoculada com a fonte moderada mostrou sintomas de escamação e sintomas débeis em árvores sobre *P. trifoliata* de flores pequenas. Nenhuma das fontes induziu escamação nos demais porta-enxertos do ensaio.

Em um estudo comparativo de oito clones de laranja 'Hamlin' (todos livres de sorose e xiloporose), quatro nucelares, oito velhos e dois portadores de exocorte fraca e severa, as árvores infectadas com a fonte fraca deram maior produção e maior copa que aqueles com a fonte severa. Os dois clones portadores de exocorte apresentaram o menor tamanho: 2,4 m de diâmetro e altura para a fonte moderada e 2,2 m de diâmetro e altura para a fonte severa (POMPEUJR. et al., (1976)

COHEN et al. (1980) estudaram o efeito de inoculações de oito fontes de exocorte nas variedades de laranja Pineapple e Valência, nas de pomelo 'Ruby' e 'Marsh' e na tangerina 'Dancy'. Os porta-enxertos foram *P. trifoliata* cv. Rubidoux, citrange 'Carrizo', limão 'Cravo', limão 'Rugoso' e laranja 'Azeda'. A inoculação se realizou aos seus meses de plantio empregando fontes classificadas em severas e moderadas, tendo como base o aspecto das plantas-fonte. A redução do diâmetro da copa das plantações esteve de acordo com

a classificação das fontes em severas, moderadas e fracas. A produção também foi afetada na mesma ordem e a escamação esteve associada com as fontes severas. Por outro lado, as plantas inoculadas com as fontes severas apresentaram os maiores índices de eficiência produtiva (diâmetro da copa/produção em caixas por árvore). As árvores sobre os cavalos laranja ‘Azeda’ e limão ‘Rugoso’ inoculados com fonte severa foram menos produtivos que os não inoculados. A variedade fonte não influenciou no efeito da exocorte. SALIBE (1986) reportou que a produção durante as quatro primeiras safras de limão ‘Tahiti’ sobre limão ‘Cravo’ aumentou de 30 a 40% em pomares experimentais e comerciais devido ao uso na propagação de gemas portadoras de “raças” fracas de exocorte. Também aumentou a produção de frutas temporãs. A redução do tamanho das plantas esteve entre 10 e 50%.

O uso de uma combinação de laranja ‘Atwood Navel’, portadora de exocorte com sintomas fracos, sobre *P. trifoliata* plantada a densidades entre 331 e 800 plantas/hectare, permitiu retrazar o início da poda e da redução do estande por eliminação de plantas alternadas, já que até os oito anos essas operações não foram necessárias. A altura média das plantas foi de 2,4 m aos oito anos (BOSWELL & ATKIN, 1978).

Árvores de clones velhos de pomelo ‘Marsh Seedless’, portadoras do viróide da exocorte e xiloporose, sobre oito porta-enxertos foram estudadas a uma densidade de 660 plantas/hectares. As produções geralmente foram boas e houve uma boa relação entre o tamanho das plantas e a produção por árvores. O limão ‘Cravo’ destacou-se por proporcionar a maior produção por volume de copa. Apenas as plantas sobre *P. trifoliata* mostraram nanismo aos 14 anos. O grau de nanismo variou segundo a seleção de *P. trifoliata*: Rubidoux induziu árvores menores, Benecke as maiores e Local, intermediários. Os citrangeres ‘Troyer’ e ‘Carrizo’ e o limão ‘Cravo’ deram árvores semi-anãs. A qualidade da fruta foi pouco afetada pelos tratamentos e se situou dentro dos limites normais (AMIR et. al., 1988).

5.2. Agentes ananicantes transmissíveis por enxertia

Devido a uma série de circunstâncias na citricultura australiana, o porta-enxerto *P. trifoliata* foi proposto como alternativa aos demais, apesar de grande va-

riabilidade em tamanho e forma das árvores no campo (FRASER & BROADBENT, 1980).

FRASER & LEVVIT (1959) afirmaram que o nanismo das plantas enxertadas sobre *P. trifoliata* podia ocorrer sem a presença das escamações características de exocorte e sugeriram que seria devido à ocorrência de um fator ananicante distinto da virose. O grau de nanismo causado por este fator ananicante em condições de campo foi classificado de ligeiro, moderado e severo: severo quando as árvores afetadas tinham um tamanho comparável ao das infectadas com exocorte. As diferenças entre as plantas com nanismo permanentes e as normais não foram mais pronunciadas com a idade. O cavalo das plantas portadoras de agentes ananicantes transmissíveis por enxertia ou *graft transmissible dwarf agent* (GTDA) tinham o diâmetro maior que o tronco da copa formando uma base, enquanto as plantas normais tinham o tronco que aumentava em grossura progressivamente em direção as raízes (FRASER et. al., 1961). Os resultados preliminares já indicavam a transmissibilidade do GTDA que se manifestava na multiplicação de gemas de árvores portadoras, de forma similar ao descrito por Benton et. al. (1950), citados por FRASER & BROADBENT (1980), para a exocorte.

Nove seleções portadoras de fatores ananicantes (*dwarfing budlines*), que, à exceção de dois, apresentavam uma reação positiva em cidra e diferentes sintomas nas árvores matrizes, foram inoculadas em laranjas ‘Bellamy Navel’ de origem nucelar sobre *P. trifoliata*. Três seleções reduziram marcadamente o tamanho das árvores e a produção; por outro lado, a relação produção/tamanho das plantas inoculadas foi mais elevada que nos controles. A qualidade da fruta não foi alterada significativamente em nenhum caso (FRASER & BROADBENT, 1980).

Cinco fontes de fatores ananicantes foram inoculados em quatro variedades de laranja (‘Bellamy’ e ‘Herps Navel’, ‘Valências’, ‘Nurton’ e ‘Bailey’) sobre *P. trifoliata*, citrangeres ‘Troyer’ e citrange ‘Carrizo’. Quatro delas mostraram-se fracas, pois causavam uma redução do tamanho das árvores sem provocar outros efeitos deletérios. Uma quinta induziu sintomas típicos de exocorte. A inoculação com as fontes fracas causou uma redução de tamanho das plantas em *P. trifoliata* de aproximadamente 50%, enquanto a severa produziu uma redução de 80%. A redução do tamanho das árvores sobre citrangeres foi de 25% e 50% respectivamente.

Esses resultados foram similares em duas localidades distintas. A altura das árvores de laranja do grupo navel sobre *P. trifoliata* foi de 2,1 m aos dez anos, com redução de superfície da copa de 57% para a fonte fraca. Os citranges são menos influenciados por esse fator, já que as árvores alcançaram 2,7 m de altura em comparação com os controles não inoculados e a redução da área de superfícies da copa de 28%. O limão 'Cravo' inoculado com as fontes fracas apresentou uma redução de tamanho de 18% apenas. A produção por metro quadrado de superfície das plantas inoculadas foi similar à das testemunhas, já que a redução foi proporcional à da área de superfície de copa (BROADBENT et al., s.d.).

Nos ensaios citados, todas as linhas deram reação positiva em cidra, mas somente uma causou descamação em *P. trifoliata*. As quatro linhas fracas não diferiram significativamente entre si nos parâmetros analisados, mas foram observadas diferenças entre a testemunha sem inocular e a linha portadora de exocorte. Seus efeitos no crescimento foram notados com maior clareza com o início da frutificação (BEVINGTON & Bacon, 1977).

Os sintomas de nanismo começaram a ser notados aos quatro anos da inoculação dos agentes citados, sendo que há uma vantagem em termos de produção quando a inoculação se faz entre o 2º e o 4º ano, em relação à inoculação no viveiro, no 1º ano, ou propagação com gemas pré-inoculadas.

Em consequência desses resultados, considerados como promissores, foram estabelecidos campos de demonstração em fazendas particulares em New South Wales, na Austrália, para estudar o comportamento de árvores anãs plantadas a alta densidade em distintas condições de solo e cultivo. Para isso, ditaram-se normas de variedades livres de enfermidades, que apresentassem um comportamento agrônomico previsível e que na inoculação só se utilizariam formas fracas que não causassem escamação. A inoculação se fez em viveiros isolados ou em campo durante o primeiro ano da plantação (DUNCAN et al., 1978). Desde o início dos anos 70s foram implantados cerca de 53 ha desses campos. O espaçamento predominante foi de 5,0 x 2,0 m, ou seja, 1000 plantas/hectare. O porta-enxerto *P. trifoliata* predominou. A experiência adquirida na manutenção desses campos indicou a necessidade de aplicar um alto nível tecnológico no manejo de tal tipo de plantação (BROADBENT et al., 1986a).

Como veremos no próximo item os agentes ananizantes transmissíveis por enxertos e as chamadas raças são, na realidade, tipos de exocorte que produzem diferentes graus de nanismo, podendo ou não causar descamação em *P. trifoliata*.

5.3. O complexo de viróides dos cítricos

A hipótese de alguns dos viróides dos cítricos serem considerados como incompletos, já que podem ser considerados como pequenos RNAs nucleares que afetam o crescimento das plantas, levou a especular-se com a possibilidade de explorá-los para influenciar o tamanho e a massa vegetativa das árvores portadoras (expressões do crescimento). Isso ganhou força devido à grande disponibilidade natural de viróides e aos ensaios realizados de forma empírica na Austrália e Israel com os chamados agentes ananizantes transmissíveis por enxerto (GTDA), antes da caracterização dos viróides dos cítricos (SEMANCIK & ROISTACHER, 1991a,b).

Os viroides são os entes biológicos mais simples descritos até o momento. Têm uma organização mínima, já que são constituídos de uma molécula apenas de ácido ribonucleico (RNA). Portanto, sua atividade como organismos e como agentes patogênicos deriva da estrutura primária e secundária relativamente complexa. O número e tipo de nucleotídeos determinam que certas partes da molécula tenham seqüências complementares e outras e que, portanto, se pareiam formando zonas de RNA bicatenário. As características estruturais e físico-químicas da molécula de um viroide determinam suas propriedades como agente fitopatogênico. A simplicidade estrutural de um viroide se une o fato de que, apesar de tratar-se de um ácido nucleico, não codifica para a síntese de nenhuma proteína, sendo seus mecanismos de replicação e patogênese ainda um enigma. (SEMANCIK, 1986, DURAN-VELA, 1989a,b).

O primeiro viróide dos cítricos conhecido foi o da exocorte dos citros, denominado "citrus exocortis viroid" (CEV), graças aos trabalhos de Semancik e colaboradores, que em 1972, fizeram uma primeira descrição. Em 1986, descreve-se a existência de um complexo de viroides classificados em cinco grupos e que se caracterizaram por: (a) distinta mobilidade eletroforética, o que apresenta diferenças importantes em peso molecular e

conformação; (b) homologia de sequência muito baixa; (c) transmissão independente e (d) hospedeiros distintos (DURAN-VILA, 1986, SEMANCIK & DURAN-VILA, 1990).

E CEV é um dos viroides mais bem caracterizados e foi demonstrado que é constituído de 371 nucleotídeos de sequência conhecida. Foram encontradas, em diferentes isolados de CEV, diferenças na sequência de bases, que são responsáveis por variações na expressão de sintomas no hospedeiros herbáceos em que foram estudados (DURAN-VILA, 1989a,b, SEMANCIK & ROISTACHER, 1991a).

DURAN-VILA & SEMANCIK (1990) reportaram a ocorrência de um isolado (CEV-129) que causava reação fraca em *Gynura aurantiaca* aparentemente, protegia contra os efeitos da inoculação com outro isolado mais severo.

A maior parte dos isolados estudados resultaram ser mesclas de viróides e não abrangiam todas as combinações possíveis dentro dos cinco grupos de viróides. Obtiveram-se mesclas artificiais que se mostraram estáveis como as naturais (DURAN-VILA et al., 1986). Os sintomas causados em cidra por essas mesclas iam desde moderados a fracos. Anteriormente, foram atribuídos a raças fracas e moderadas da exocorte, mas na atualidade, não se conhece sua relação com a gama de sintomas descritos em árvores de campo. Estudos para determinar tais relações estão sendo feitos (DURAN-LIMA, 1989a,b).

NAUER et al. (1986) descreveram o efeito ananizante do CEV em árvores de laranja 'Washington Navel' sobre citrange 'Troyer' (29% em altura e 25% em largura) e também sobre laranja 'Azeda' (19%). Os viróides puros CV-IIa, CV-IIIb e as mesclas [CV-I + CV-IIa + CV-IIIb] e [CV-IIa + CV-IIIb] não deram efeitos significativos. No entanto, árvores de laranja doce (Caipira) sobre *P. trifoliata*, inoculadas com dois isolados (fontes puras de CV-IIa), aos seis anos de inoculação já apresentaram sintomas típicos de exocorte. O CV-IIa induzia o sintoma clássico de rasgaduras na casca, também associado à expressão de exocorte em campo, sendo, no entanto, a reação mais fraca. Deve-se, portanto, prolongar as observações em campo para determinar corretamente o efeito desse e de outros viróides (DURAN-VILA et al., 1986).

Dois isolados da Austrália que haviam sido selecionados como GTDA, quando inoculados em limão, reduziram o tamanho das árvores em *P. trifoliata*, ci-

tranges 'Benton' e 'Bowman', assim como em cavalos tolerantes à exocorte como o limão 'Rugoso' e a laranja 'Smooth Seville'. Para o citrange 'Browman', as reduções foram de 22 e 44% em altura e de 19 a 34% em diâmetro de copa. A altura das plantas sobre 'Smooth Seville' foi reduzido em 32%, sobre limão 'Rugoso' a redução foi de 28% em altura e 15% em diâmetro de copa (BROADBENT et al., 1986b). Ao analisar-se o conteúdo em viroides [CEV + CV-Ia + CV-IIIa] e a outra, um isolado puro de CV-IIIa (BROADBENT et al., 1993).

RIVKA HADAS (1989) e RIVKA HADAS et al. (1989) também caracterizaram distintos GTDA isolados em Israel que resultaram ser mesclas complexas de viróides. Todas as fontes severas continham o CEV, além de outros viróides, e uma fonte fraca continha CV-Ib + CV-IV.

Duas fontes de GTDA, uma severa e outra fraca, selecionadas por sua reação em cidra, foram inoculadas em mudas de citrange 'Troyer' e *P. trifoliata*, e em laranja 'Moro' e tangerina 'Clementina' sobre laranja 'Azeda', citrange 'Troyer' e *P. trifoliata*. A fonte severa analisada por eletroforese (PAGE) e hibridação molecular continha CEV e outros dois viróides enquadrados nos grupos II e III, enquanto a fonte fraca continha um único viróide do grupo III. Aos oito anos, ambos os isolados produziram redução de 80 a 30% no volume de copa de *P. trifoliata*, enquanto a fonte fraca apenas havia afetado significativamente o tamanho de *P. trifoliata*. Não houve diferenças entre as plantas sobre laranja 'Azeda'. A fonte severa causou escamação e amarelecimento em troncos jovens e ramos de *P. trifoliata*, enquanto o citrange somente apresentou amarelecimento da casca. As inoculações com a fonte fraca nunca deram sintomas. (POLIZZI et al., 1990,1992).

O citrumelo 'Swingle' é aparentemente tolerante à exocorte, pois não apresentou escamação ao ser inoculado com quatro fontes distintas. Por outro lado, sua produção e crescimento foram afetados. A altura da árvore não mostrou as diferenças significativas que ocorreram no volume de copa e na área de secção do tronco. Todas as fontes continham CEV mais um ou dois viróides que não foram caracterizados. (CASTLE et al., 1990).

A presença de CEV e as combinações dos viróides CV-Ia, CV-Iia e CV-IIIb reduziram o tamanho das árvores e a produção de laranja 'Washington Navel'

sobre laranja 'Azeda' e citrange 'Troyer'. Houve uma correlação entre a intensidade de sintomas em cidra e o efeito sobre a produção e o tamanho das árvores. (ROISTACHER et. al., 1990).

A associação de determinados viróides com sintomas específicos em campo é difícil, já que os viróides quase sempre se encontram como mesclas. A identificação do viróide ou dos agentes causais e sua associação com cada sintoma de campo está pendente de estudos (GILLINGS et. al., 1988, 1991). Todas as Árvores ananizadas por inoculação com linhas ananizantes (GTDA) são portadoras dos viróides dos grupos CV-II e CV-III (GILLINGS, 1991).

No uso comercial de plantas inoculadas com o complexo de viróides da exocorte foram observados aspectos que afetam esta prática, a saber: (a) a fonte de inóculo; (b) a época de inoculação; (c) o porta-enxerto empregado; (d) o conteúdo em outros fatores (viróides) distintos de CEV. As fontes de inóculo sempre foram clones velhos produtivos enxertados sobre cintrage 'Troyer', *P. trifoliata* e limão 'Cravo' e sem sintomas de exocorte severa. A época de inoculação foi um fator crítico, já que, quanto mais precoce era a inoculação, maior o nanismo causado. Sugeriu-se uma escala de época da inoculação – 0: enxerto no viveiro com uma fonte de CEV conhecida; 1: inoculação o viveiro; 2: inoculação de plantas um ano depois do plantio, e 3: inoculação aos dez anos de idade. Concluiu-se que o limão 'Cravo' e o citrange 'Troyer', menos sensíveis, deveriam ser enxertados ou inoculados nas épocas 0 e 1, enquanto as plantas sobre *P. trifoliata* deveriam ser inoculadas nas épocas 2 ou 3 (AMIR et. al., 1988; ASHKENAZI & OREN, 1988).

Como exposto, não existe um fator ananizante, sendo os GTDAs e as raças de exocorte, na realidade, viróides ou mesclas de diferentes viróides. Esses agentes são capazes de provocar reações positivas distintas em cidreira e sintomas diferentes nas espécies suscetíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle do tamanho das plantas na citricultura brasileira deve ser realizado com práticas que não acarretem custos adicionais de manejo do pomar.

Dentro desses princípios o uso de viróides pertencentes ao complexo, de viróides dos cítricos, porta-

enxertos com características ananizantes, bem como de interenxertos, são as linhas de pesquisa nas quais estamos trabalhando na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro.

Acreditamos que a linha mais segura e promissora seja o estudo de porta-enxertos ananizante como tal, ou como madeira intermediária, até que se conheçam, com mais detalhes, os efeitos da inoculação de cada viróide isoladamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M. & ALMELA, V. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Barcelona, Aedos Editorial, S.A., 1991. 261p.

AMIR, A.; ASHKENAZI, S.; SHAKED, A. & KAHN, M. Exocortis viroid (cev) dwarfed trees in Yizreel Valley. In: The sixth International Citrus Congress, Proceedings. Israel, 1988 p.913-915.

ASHKENAZI, S.; ASOR, Z.; RASIS, A. & ROSENBERG, O. Flying dragon trifoliolate as a dwarfing interstock for citrus trees. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., Acireale, Italy, 1992 (Abstract, 201).

ASHKENAZI, S. & OREN, Y. The use of citrus exocortis virus (cev) for tree size control in Israel – practical aspects. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6., Proceedings. 1988. P.917-919.

BEVINGTON, K.B. Response of Valencia orange trees in Australia to hedging and topping. Proc. Fla. State Hort. Soc., 93:65-66, 1980.

BEVINGTON, K.B. & BACON, P.E. Effect of rootstocks on the response of navel orange trees to dwarfing inoculations. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:567-570, 1977.

BITTERS, W.P.; COLE, D.A. & McCARTY, C.D. Citrus relatives are not irrelevant as dwarfing stocks or interstocks for citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:561-567, 1977.

BITTERS, W.P.; COLE, D.A. & McMARTY, C.D. Facts about dwarf citrus trees. Citrograph, 64(3):54-56, 1979.

- BITTERS, W.P.; COLE, D.A. & McCARTY, C.D. Effect of height and length of reciprocal interstock insertion on yield and tree size of Valencia oranges. Proc. Int. Soc. Citriculture, 110:113, 1981a.
- BITTERS, W.P.; COLE, D.A. & McCARTY, C.D. Effect of budding height on yield and tree size of Valencia orange on two rootstocks. Proc. Int. Soc. Citriculture, 109-110, 1981b.
- BITTERS, W.P.; COLE, C.D. & McCARTY, D.A. Evaluation of trifoliate orange selecting as rootstocks for Washington Navel and Valencia orange. Proc. Int. Soc. Citriculture, 127-131, 1973.
- BORROTO, C.G.; ESCALONA, M.; GETIÉN, P.; GONZÁLEZ, J.; NIEVES, N. & BLANCO, M. Efecto del paclobutrazol (PP-333) sobre la floración de la lima persa (*Citrus latifolia* Tan). Memorias Simp. Int. Citricultura Tropical, 1986.v.1.
- BOSWELL, S.B. & ATKIN, D.R. Comparison of two Washington Navel plantings at several densities: a vigorous scion-rootstock combination vs. a less vigorous combination. Proc. Fla. State Hort. Soc., 91:40-43, 1978.
- BOSWELL, S.B.; ATKIN, D.R. & OPTIZ, K.W. Citrus tree spacing in California. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:166-169, 1977.
- BROADBENT, P. Citrus rootstocks screening in new south vales Australia. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen, 4, 1993. 8p.
- BROADBENT, P.; GILLINGS, M.R. & GOLLNOW, B.I. Graft-transmissible swarving in Australian citrus. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986a. p. 219-225.
- BROADBENT, P.; HUTTON, R.; BEVINGTON, K.B. & FORSYTH, J.B. Graft transmissible dwarfing for tree size control. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen 4, 1993. 9p.
- BROADBENT, P.; NICHOLLS, P. & FREEMAN, B. Effect of graft-transmissible dwarfing agents on lemons. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986. P.211-218.
- BROADBENT, P.; SPROULE, R.S.; BEVINGTON, K. & DUNCAN, H.H. Dwarf citrus. N.S.W. Department of Agriculture, s.d. 30p.
- CALAVAN, E.C. & WEATHERS, L.G. Evidence for strain differences and stunting with exocortis virus. Proc. 2nd. IOCV, 1961. P.26-33
- CALAVAN, E.C.; WEATHERS, L.G. & CHRISTIANSEN, D.W. Effect of exocortis on production and growth of Valencia orange trees on trifoliate orange rootstocks. Proc. 4th Conf. IOCV, 1968. P.101-104.
- CARY, P.R. New concepts in citrus tree spacing and pruning practices. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:162-165, 1977.
- CASTLE, W.S. Controlling citrus tree size with rootstocks and viruses for higher density plantings. Proc. Fla. State Hort. Soc., 91:46-50, 1978.
- CASTLE, W.S. Citrus rootstocks for tree size control and higher density plantings in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc., 93:24-27, 1980.
- CASTLE, W.S.; PELOSI, R.S. & LEE, R.L. Growth and yield of young sweet orange trees on swigle citrumelo rootstocks inoculated with citrus viroids. Proc. 11th Conf. IOCV, 1990. P.214-218.
- CASTLE W.S. & PHILLIPS, R.L. Potentially dwarfing rootstocks for Florida citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:558-561, 1977.
- CASTLE, W.S.; YOUTSEY, C.O. & HUTCHINSON, D.J. Rangpur lime x Troyer citrange, a hybrid citrus rootstocks for closely spaced trees. Proc. Fla. State Hort. Soc., 99:33-35, 1986.
- COHEN, M. Exocortis virus as possible factor in producing dwarf citrus trees. Proc. Fla. State Hort. Soc., 81:115-119, 1968.
- COHEN, M. Effect of exocortis inoculation on performance of marsh grapefruit trees on various rootstocks. Proc. 6th Conf. IOCV, 1974. p.117-121.
- COHEN, M.; CASTLE, W.S.; PHILLIPS, R.L. & GONSALVES, D. Effect of exocortis viroid on citrus tree size and yield in Florida. Proc. 8th Conf. IOCV, 1980. P.195-200.
- DELHOM, M.J. & PRIMO-MILLO, E. Influence de las hormonas en el cuajado del fruto de los agrios.

- Serie Técnica-Generalitat Valenciana-Conselleria d' Agricultura i Pesca, Valencia, 1989. 95p.
- DUNCAN, J.H. & SPROULE, R.S. Commercial application of virus induced dwarfing. Proc. Int. Soc. Citriculture, 317-319, 1978.
- DURAN-VILA, N. Enfermedades de los cítricos producidas por viroides: la exocortis y la cachexia-xyloporois. Fruticultura Profesional, nº 25 – especial cítricos, 1989a. p.57-64.
- DURAN-VILA, N. Enfermedades producidas por viroides; la exocortis de los cítricos. Phytoma España, nº7, 1989b. p.19-25.
- DURAN-VILA, N.; PINA, J.A.; BALLESTER, J.F.; JUAREZ, J.; ROISTACHER, C.N.; RIVERA-BUSTAMANTE, R. & SEMANCIK, J.S. The citrus exocortis disease: a complex of viroid – RNAs. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986. p.152-164.
- DURAN-VILA, N. & SEMANCIK, J.S. Variations in the “cross protection” effect between two strains of citrus exocortis viroides. Ann. Appl. Biol., 117:367-377, 1990.
- FORNER, J.B. Características de los patrones de agrios tolerantes a tristeza. Generalitat Valenciana-Conselleria d' Agricultura i Pesca. Valencia, 1985. 20p.
- FRASER, L.R. & BROADBENT, P. Variation in symptom expression of exocortis and gummy pitting trees on *Poncirus trifoliata* rootstocks in new south wales. Proc. 8th Conf. IOCV, 1980. P.201-208.
- FRASER, L.R. & LEVITT, E.C. Recent advances in the study of exocortis (scaly butt) in Australia. In: Citrus Virus Diseases. Proceedings of the Conference on Citrus Virus Diseases. University of California-Division of Agricultural Sciences, 1959. p.172-133.
- FUCIK, J.E. Hedging and topping in Texas grapefruit orchards. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1977. p.172-176.
- GARNSEY, S.M. & WEATHERS, L.G. Factors affecting mechanical spread of exocortis virus. Proc. 5th Conf. IOCV, 1971. p.105-111.
- GILLINGS, M.R.; BROADBENT, P. & GOLLNOW, B.I. Viroids in Australian citrus: relationships to exocortis, cachexia and citrus dwarfing. Aust. J. Plant Physiol., 18:559-570, 1991.
- GILLINGS, M.R.; BROADBENT, P.; GOLLNOW, B.I. & LAKELAND, C. Viroids in Australian citrus. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 881-895, 1988.
- COLOMB, A. High density planting of intensive citrus groves: a challenge and realization. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 921-930, 1988.
- GONZÁLEZ-SICILIA, E. El cultivo de los agrios. Editorial Belo, Valencia, 1968. 814p.
- GARDIOLA, J.L.; ZARAGOZA, S.; BONO, R. & MEDINA, F. Características del fruto y de la planta de cinco mutaciones de Satsuma. Proc. Soc. Citriculture 2, 1973. P.65-75.
- HIRANO, S.; MORIOKA, S. & TACHIBANA, S. Tree density age as related to fruit yield area in the Satsuma mandarin estimation for an optimum leaf area index on field basis. Proc. Int. Soc. Citriculture, 184-186, 1981.
- HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: THE CITRUS INDUSTRY, 1:431-591, 1967.
- IWAMASA, M.; NITO, N.; YAMAGUCHI, S.; KURIYAMA, T.; EHARA, T. & NAKAMUTA, T. Occurrence of very early mutants from Wase (early ripening) satsumas. Proc. Int. Soc. Citriculture, 99-101, 1981.
- JONES, W.W. & EMBLETON, T.W. Soils, soil management and cover crops. In: THE CITRUS INDUSTRY. REUTHER, W., ed. Riverside, University of California, 1973. v.3, p.98-121.
- KAPUR, S.P.; WEATHERS, L.G. & CALAVAN, E.C. studies on strains of exocortis virus in citron and *Gynura aurantiaca*. Proc. 6th Conf. IOCV, p.105-109, 1974.
- KOO, R.C.J. & MURANO, R.P. Effect of tree spacing on fruit production and net returns of pineapple oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc., 95:29-33, 1982.
- KREZDORN, A.H. Interstocks for tree size control in citrus. Proc. Fla. State Hort Soc., 91:50-52, 1978.

- LEWIS, I.N & McCARTY, C.D. Pruning and girdling of citrus. In: THE CITRUS INDUSTRY, 3. REUTHER, W. ed University of California, 1973. 528p.
- LONG, J.K.; FRASES, L.R.; BROADBENT, P. & DUNCAN, J. Dwarfing of citrus trees by inoculation with a pathogen. Proc. Int. Soc. Citriculture, 3:866-868, 1977.
- LONG, J.K.; FRASER, L.R.; & COX, J.E. Possible value of close-planted, virus-dwarfed orange trees. Proc 5th Conf. IOCV, Gainesville, Univ. Florida Press, 1972. p.262-267.
- MANDEMBA-SY, F.; CAO VAN, Ph. & PANCARTE, C. Use of dwarfing citrus rootstocks for the establishment of high-density orchards under tropical climate conditions. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen, 4, 1993. 13p.
- MONSELISE, S.P. & GOREN, R. Control of citrus tree size by growth regulators – past attempts and a recent breakthrough. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:271-275, 1984.
- MOREIRA, C.S. & SALIBE, A.A. The effect of budding heights on tree size of citrus affected by exocortis viroid. Proc. Int. Soc. Citriculture, 148-149, 1981.
- MOREIRA, S. Rangpur lime disease and its relationships to exocortis. In: Citrus virus diseases – Proceedings of the Conference on Citrus Virus Diseases. University of California – Division of Agricultural Sciences, 1959. P. 135-140.
- NAUER, E.M.; ROISTACHER, C.N.; CALAVAN, E.C. & CARSON, T.L. The effect of citrus exocortis viroid (cev) and related mild citrus viroids (cv) on field performance of Washington Navel orange on two rootstocks. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986. p.-204-210.
- OLSON, E.O. Review of recent research on exocortis disease. Proc. 4th Conf. IOCV, 1968. P.92-96.
- PASSOS, O.P. & BOSWELL, S.B. A review of citrus tree spacing. Citrograph 64(9):211-218, 1979.
- PEHRSON, J.E. Production of dwarf citrus. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen, 2:9-11, 1986.
- PHILLIPS, R.L. Dwarfing rootstocks for citrus. Proc. 1st. Int. Citrus Symposium, 1:401-406, 1969.
- PHILLIPS, R.L. Dwarfing citrus trees for more “attractive groves” a better economy. Citrus and Vegetable Magazine 34(4):18-19, 1970.
- PHILLIPS, R.L. Citrus tree spacing and size control. Proc. Int. Soc. Citriculture, 319-324, 1978a.
- PHILLIPS, R.L. Hedging and topping citrus in high-density plantings. Proc. Fla. State Hort. Soc., 91:43-46, 1978b.
- PHILLIPS, R.L. Rejuvenation pruning of citrus. Citrus Vegetable Magazine, 43(5):6-22, 1980.
- PHILLIPS, R.L. & CASTLE, W.S. Evaluation of twelve rootstocks for dwarfing citrus. J. Am. Soc. Hort. Sci., 102(5):526-528, 1977.
- POLIZZI, G.; ALBANESE, G.; AZZARO, A.; DA VINO, M. & CATARA, A. Field evaluation of dwarfing effect of two combinations of citrus viroids on different citrus species. Proc. 11th Conf. IOCV, 1990. P.230-233.
- POLIZZI, G.; AZZARO, A. & CATARA, A. Effects of citrus viroids on different rootstocks. In: INT. CITRUS CONGRESS, 7., Book of Abstracts, 1992. (Abstract, 551).
- POMPEU, J.; RODRIGUEZ, O.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; JORGE, J.P.N. & SALIBE, A.A. Behaviour of nucellar and old clones of Hamlin sweet orange on Rangpur lime rootstock. Proc. 7th Conf., IOCV, 1976. p.96-99.
- RECUPERO, G.R. Uso de porta-enxertos para plantio de alta densidade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – PORTA-ENXERTOS, 1., Anais. DONADIO, L.C., ed Jaboticabal, FUNEP, 1990. 242p.
- RECUPERO, G.R.; CARUSO, A.; RUSSO, G. & BERTOLAMI, A. The flying dragon trifoliolate orange and BA-300 citrange. Effect on scion performance. Internacional Citrus Congress, 7., Acireale, Italy, 1992. (Abstract, 202).
- REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: THE CITRUS INDUSTRY, REUTHER, W., ed. Riverside, University of California, 1973. v.3, p. 280-337.

- RIVKA HADAS & BAR-JOSEPH, M. Variation in tree size and rootstocks scaling of grapefruit trees inoculated with a complex of citrus viroids. Proc. 11th Conf. IOCV, 1990. P.240-243.
- RIVKA HADAS; BAR-JOSEPH, M. & SEMANCIK, J.S Segregation of a viroid complex from a graft-transmissible dwarfing agent source for grapefruit trees. Ann. Appl. Biol., 115:515-520, 1989.
- RODRIGUEZ, O.; SALIBE, A.A. & POMPEU JR., J. Reaction of nucellar Hamlin orange on Rangpur lime to several exocortis strains. Proc. 6th Conf. IOCV, 1974. P.114-116.
- ROISTACHER, C.N. Graft-transmissible diseases of citrus-handbook for detection and diagnosis. International Organization of Citrus Virologists and Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1991, 286p.
- ROISTACHER, C.N.; PEHRSON, J.E. & SEMANCIK, J.S. Effect of citrus viroids and the influence of rootstocks on field performance of navel orange. Proc. 11th Conf. IOCV, 1990.p.234-239.
- ROOSE, M.L. Dwarfing rootstocks for citrus. Proc.Int. Citrus Nurserymen, 2:1-8, 1986.
- ROOSE, M.L. Porta-enxertos de citros na Califórnia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – PORTA-ENXERTOS, 1., Anais. DONADIA, L.C., ed., Jaboticabal, FUNEP, 1990. 242p.
- ROOSE, M.L.; COLE, D.A.; ATKIN, D. & KUPPER, R.S. Yield and tree size of four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. J. Am. Soc. Hort. Sci., 114(4):678-684, 1989.
- ROOSE, M.L. & KUPPER, R.S. Causes and consequences of variability in citrus rootstocks. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen, 4, 1993. 11p.
- ROSSETI, V. Testing for exocortis. Proc. 2nd Conf. IOCV, 1961. P.43-49.
- SALIBE, A.A. Distribution and movement of exocortis virus in citrus trees. Proc. 2nd Conf. IOCV, 1965. p.276-279.
- SALIBE, A.A. Further studies on exocortis disease of citrus. Proc. 8th Conf. IOCV., 1980. p.215-219.
- SALIBE, A.A. Exocortis mild strains to control Tahiti lime tree size. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986.p.423. (Abstract).
- SALIBE, A.A. & MOREIRA, S. Tahiti lime bark disease is caused by exocortis vírus. Proc. 2nd Conf. IOCV, 1965. p.143-147.
- SEMANCIK, J.S. Citrus exocortis disease – 1976 to 1986. Proc. 10th Conf. IOCV, 1986. p.136-151.
- SEMANCIK, J.S. & DURAN-VILA, N. The grouping of viroids: additional physical and biological determinants and relationships with disease of citrus. Proc. 11th Conf. IOCV, 1990. p.178-188.
- SEMANCIK, J.S. & ROISTACHER, C.N. The citrus viroid complex: I. Citrograph, 76(7):17-25, 1991a.
- SEMANCIK, J.S. & ROISTACHER, C.N. The citrus viroid complex: II. Citrograph, 76(8):9-11, 1991b.
- SEMANCIK, J.S. & WEATHERS L.G. Exocortis disease: an infectious free nucleic acid plant virus with unusual properties. Virology, 47:456-466, 1972.
- SLADE LEE, L. Citrus polyploidy-origins and potential for cultivar improvement. Aust. J. Agric. Res., 39:735-747, 1988.
- SLADE LEE, L.; GILLESPEI, D. & SHAW, R. Prospects for using citrus tetraploids as rootstocks. Proc. Int. Soc. Citrus Nurserymen 3, 1990. 7p.
- SMITH, P.F.; GARNSEY, S.M. & GRANT, T.J. Performance of nucellar Valencia orange trees on rough lemon stock when inoculated with four viruses. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:589-594, 1973.
- TRENOR, I. Marcos de plantation en cítricos: doblaje e entresaque. Fruticultura Profesional, 8:29-31 y 9:38-43, 1987.
- TUCKER, D.P.H. & WHEATON, T.A Trends in higher citrus planting densities. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91:36-40, 1978.
- VALLE VALDES, N. Patronos para cítricos em Jaguey Grande. Ministerio de la Agricultura.

Estación Experimental de Cítricos, Jaguey Grande, Matanzas, Cuba, 1984.

WHEATON, T.A.; CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H. & WHITNEY, J.D. Higher density plantings for Florida citrus - concepts. Proc. Fla. State Hort. Soc., 91:27-33, 1978.

WHEATON, T.A.; CASTLE, W.S.; WHITNEY, J.D.; TUCKER, D.P.H. & MURARO, R.P. A high density citrus planting. Proc. Fla. State Hort. Soc., 103:55-59, 1990.

WHEATON, T.A.; CASTLE, W.S.; WHITNEY, J.D. & TUCKER, D.P.H. Performance of citrus scion cultivars rootstocks in a high-density planting. HortScience, 26(7):837-840, 1991.

WHEATON, T.A.; WHITNEY, J.D.; TUCKER, D.P.H. & CASTLE, W.S. Cross hedging tree removal, and topping affect fruit yield and quality of citrus hedgerows. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:109-111, 1984.

WILSON, W.C. The use of exogenous plant growth regulators on citrus, In: PLANT GROWTH REGULATING CHEMICALS. NICKELL, L.G., ed. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1983. VI, 256p.

YAMADA, S. & TANAKA, H. Damage from exocortis in Japan. Pro. 5th Conf. IOCV, 1971. P.99-101.

ZARAGOZA, S. & ALONSO, E. La poda mecanizada de los agrios. Levante Agrícola, Febrero, 7-13, 1978.

ZARAGOZA, S. & ALONZO, E. La frecuencia de la poda manual de los agrios – primeros resultados. An. ANIA/Ser. Agric., n.15, p.133-142.

ZARAGOZA, S.; TRENOR, I. & ALONSO, E. La elección del marco de plantación. Levante Agrícola, Marzo, 1987, p.5-8.

ZARAGOZA, S.; TRENOR, I. & ALONSO, E. Fundamentos de la poda de los agrios. Fruticultura Profesional. 25:51-56, 1989.