

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**POTENCIAL DE PROGÊNIES DE CITROS NA GERAÇÃO DE  
VARIEDADES PORTA-ENXERTO**

**LIZZIANE GOMES LEAL SANTANA**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

**ABRIL – 2015**

# **POTENCIAL DE PROGÊNIES DE CITROS NA GERAÇÃO DE VARIEDADES PORTA-ENXERTO**

**LIZZIANE GOMES LEAL SANTANA**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Recursos Genéticos Vegetais, da  
Universidade Federal do Recôncavo da  
Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura,  
como requisito parcial para obtenção do  
Grau de Mestre em Recursos Genéticos  
Vegetais.

Orientador: Dr. Walter dos Santos Soares  
Filho

Co-orientadores: Carlos Alberto daSilva Ledo

Abelmon da Silva Gesteira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2015

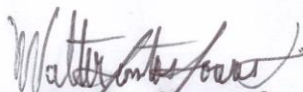
## FICHA CATALOGRÁFICA

S232p	<p data-bbox="699 1227 1284 1355">Santana, Lizziane Gomes Leal. Potencial de progênies de citros na geração de variedades porta-enxertos / Lizziane Gomes Leal Santana. Cruz das Almas, BA, 2015. 83f.; il.</p> <p data-bbox="743 1391 1182 1440">Orientador: Walter dos Santos Soares Filho. Coorientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.</p> <p data-bbox="715 1467 1297 1541">Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p data-bbox="715 1568 1297 1697">1.Citricos – Cultivo. 2.Citricos – Porta-enxertos. 3.Recurso genético vegetal – Análise. 4.Condições hídricas. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Gesteira, Abelmon da Silva. III.Título.</p> <p data-bbox="1086 1724 1209 1751">CDD: 634.3</p>
-------	--

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS

CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE LIZZIANE  
GOMES LEAL SANTANA



Pesq. Dr. Walter dos Santos Soares Filho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF  
(Orientador)



Prof(a). Dr (a) Maria Angélica Pereira Costa  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB



Prof. Dr. Márcio Gilberto Cardoso Costa  
Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em  
Recursos Genéticos Vegetais em-----  
Conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em-----  
-----

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me sustentado com seus braços fortes em todo este período de pós-graduação.

Aos meus pais, Everaldo Pereira Leal (*in memoriam*) e Célia Gomes Leal, por me darem a oportunidade de estudar.

Ao meu esposo, Leone Ricardo de Carvalho Santana, pelos momentos de ajuda, compreensão e carinho.

Aos meus filhos, Clara Leal Santana e Cauã Leal Santana, pelo carinho e alegria.

Aos meus irmãos, Kassandro Gomes Leal, Kaliane Gomes Leal Machado e Evelyne Gomes Leal, por suas presenças em minha vida.

Ao pastor Josias Aureliano, pela atenção e paciência sempre que precisei de um conselho.

Aos companheiros de trabalho da Embrapa, Magno Guimarães Santos, Alcides dos Santos, Getúlio Vieira Souza, Antônio Santana da Silva, Eduardo Floriano Leite Silva e Jaqueline Ribeiro, pela colaboração.

A Célia de Jesus (Lene), pela ajuda e dedicação aos meus filhos e ao meu lar.

Aos demais familiares que oraram para a concretização deste sonho.

Ao Dr. Walter dos Santos Soares Filho, ao Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo e ao Dr. Abelmon da Silva Gesteira, pela orientação científica e a Dr (a) Cristiane de Jesus Barbosa pela colaboração.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO-----1

Capítulo 1

VIGOR E MORTALIDADE DE HÍBRIDOS EM PROGÊNIES DE CITROS-----16

Capítulo 2

REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO-----42

Capítulo 3

REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO VÍRUS-DA-TRISTEZA-DOS-CITROS  
(*Citrus tristeza virus*- CTV)-----60

CONSIDERAÇÕES FINAIS-----74

# POTENCIAL DE PROGÊNIES DE CITROS NA GERAÇÃO DE VARIEDADES PORTA-ENXERTO

Autora: Lizziane Gomes Leal Santana

Orientador: Walter dos Santos Soares Filho

Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo e Abelmon da Silva Gesteira

**RESUMO:** Este trabalho teve como finalidade avaliar progênies de citros, na condição de pés-francos (plantas oriundas de sementes ou *seedlings*), relativamente à taxa de vingamento de frutos, à taxa de mortalidade dos indivíduos obtidos, ao vigor dos híbridos (visual, altura da planta e diâmetro do caule), à reação ao estresse hídrico e ao vírus-da-tristeza-dos-citros (*Citrus tristeza virus* - CTV), visando verificar o potencial de obtenção de variedades porta-enxerto. Nove progênies foram estudadas, compreendendo 461 *seedlings* híbridos, resultantes de cruzamentos tendo como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' (TSKFL) e como parentais masculinos, além dessa última tangerineira, os citrandarins 'Indio' (CTID) e 'Riverside' (CTRS), o citrangequat 'Thomasville' (THOM), o citrumelo 'Swingle' (CTSW), o citrange 'Argentina' (CTARG) e a seleção 'Benecke' de *Poncirus trifoliata* (TRBK). As progênies tendo como parental feminino a 'Sunki da Flórida' apresentaram a maior taxa de vingamento de frutos, além de taxa de mortalidade nula no cruzamento TSKFL x TRBK. As progênies LCRSTC x TSKFL, TSKFL x TRBK e TSKFL x CTARG foram destaques nas avaliações de vigor (visual, altura e diâmetro). As progênies LCRSTC x CTID, LCRSTC x CTRS, TSKFL x CTID e TSKFL x CTARG apresentaram menor sensibilidade ao estresse hídrico e LCRSTC x TSKFL, TSKFL x CTID e TSKFL x CTARG melhor aproveitamento da água, com base na emissão de brotações determinada imediatamente após a ocorrência de chuvas posteriores a fortes períodos de estresse hídrico. Relativamente à reação ao CTV, nenhuma das progênies deu formação a indivíduos intolerantes, destacando-se LCRSTC x TSKFL, LCRSTC x CTRS e LCRSTC x THOM, nas quais 80% de seus indivíduos foram classificados como resistentes.

**Palavras-chave:** hibridação, vigor, tolerância à seca, CTV.

# CITRUS PROGENIES POTENTIAL INVARIETY ROOTSTOCK GENERATION

Author: Lizziane Gomes Leal Santana

Adviser: Walter dos Santos Soares Filho

Co-adviser: Carlos Alberto da Silva Ledo and Abelmon da Silva Gesteira

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate citrus progenies, provided footed francs (plants from seeds or seedlings) concerning the fruit set rate, the mortality rate of individuals obtained, the strength of the hybrid (visual, plant height and stem diameter), the reaction to water stress and the virus-the-sadness-of-citrus (Citrus tristeza virus - CTV), to verify the potential of obtaining varieties of rootstock. Nine progenies were studied, comprising 461 seedlings hybrids resulting from crosses, having as female parents the lemon tree 'Rangpur Santa Cruz' (LCRSTC) and the tangerine tree 'Sunki Florida' (TSKFL) and as male parents, besides that last tangerine, the citrandarins 'Indio' (CTID) and 'Riverside' (CTRS), the citrangequat 'Thomasville' (THOM), the Swingle 'Swingle' (CTSW), the citrange 'Argentina' (CTARG) and the 'Benecke' selection from *Poncirus trifoliata* (TRBK). The progenies having as the female parent 'Sunki Florida' showed the highest rate of fruit set, and zero mortality rate in TSKFL x TRBK intersection. The LCRSTC x TSKFL progenies TSKFL x TRBK and TSKFL x CTARG were highlights in vigor assessments (visual, height and diameter). The LCRSTC x CTID progenies LCRSTC x CTRS, TSKFL x CTID and TSKFL x CTARG showed less sensitivity to water stress and LCRSTC x TSKFL, TSKFL x CTID and TSKFL x CTARG better use of water, based on certain shoots emission immediately after occurring subsequent to heavy rainfall periods of water stress. Regarding the reaction to CTV, none of the progeny has trained intolerant individuals, highlighting LCRSTC x TSKFL, LCRSTC x CTRS and LCRSTC x THOM, in which 80% of their subjects were classified as resistant.

**Keywords:** hybridization, vigor, drought tolerance, CTV.



## INTRODUÇÃO

### **Importância socioeconômica da citricultura no Brasil e suas limitações**

A produção brasileira de citros, concentrada em cerca de 80% em laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], alcançou em 2013 a expressiva marca de R\$ 6,1 bilhões, qualificando a citricultura como o principal segmento da fruticultura nacional e nono maior representante do agronegócio do País, abaixo, em ordem decrescente, da soja, cana-de-açúcar, milho, café, mandioca, arroz, feijão e algodão (IBGE, 2013). Nesse contexto, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados do Censo Agropecuário de 2013, o Estado de São Paulo responsabiliza-se por 79,7% da produção brasileira de laranjas doces. Esse vigoroso segmento econômico apresentou em 2013 um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 4,39 bilhões, respondendo por 230 mil posições de trabalho, entre empregos diretos e indiretos (NETO, 2013).

No entanto, a expansão da cultura vem sendo limitada devido ao surgimento de diversas doenças, apresentando um risco devido à predominância do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) na sustentação dos pomares, tornando o parque citrícola brasileiro vulnerável (FUNDECITRUS, 2014).

Para se restringir a ocorrência de doenças que vêm dizimando os pomares citrícolas brasileiros, o uso de mudas sadias e certificadas é uma medida de prevenção indispensável. Referente à produção de mudas cítricas, o emprego de porta-enxerto com reconhecida resistência a doenças de grande impacto compõe uma das etapas importantes na formação de pomares produtivos. Para sua produção, necessita-se de sementes de qualidade e em bastante quantidade para atender à grande demanda por mudas verificada no Brasil, devendo as sementes ser provenientes de plantas matrizes certificadas.

Atualmente, no Brasil o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' é o mais utilizado, dada sua indução de bom vigor e alta produtividade às copas cítricas em geral, além de tolerância ao estresse hídrico, exceto no Rio Grande do Sul onde predomina o *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. e no Estado de Sergipe, onde esse limoeiro divide espaço com o limoeiro 'Rugoso' (*C. jambhiri* Lush.). No exterior

ele está presente na citricultura da China, da Argentina e da Índia, contudo, este limoeiro está sendo substituído, basicamente por problemas fitossanitários, como o da morte-súbita-dos-citros (POMPEU JUNIOR, 2005).

Contudo, não é uma tarefa fácil a criação de novos porta-enxertos aptos a substituir ou compor com o limoeiro 'Cravo' a base dos pomares cítricos brasileiros, devido às enormes dificuldades apresentadas na execução de programas de melhoramento genético de citros. Conforme enfatizado por Navarro (2005), em nível mundial, a quase totalidade das variedades-copa resultou de seleções de mutações espontâneas, enquanto que, entre as variedades porta-enxerto, somente os citranges (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) Troyer e Carrizo, híbridos obtidos em 1909, vêm sendo utilizados de forma relativamente expressiva. Dentre essas dificuldades, destacam-se, principalmente, a alta heterozigosidade, que gera progênes com comportamento imprevisível, devido à segregação de diferentes locos gênicos, o longo período pré-reprodutivo e a ocorrência de poliembrionia, comuns aos citros, grupo de plantas que compreende *Citrus* (L.) e outros gêneros afins a este, como *Poncirus* (Raf.) e *Fortunella* (Swingle) (SOARES FILHO et al., 2013).

A diversificação do uso de porta-enxertos é de suma importância para a citricultura brasileira, particularmente em razão do número crescente de doenças que prejudicam pomares enxertados em limoeiro 'Cravo'. (BASSANEZI et al., 2003).

### **Melhoramento genético de porta-enxertos**

O melhoramento genético de porta-enxertos de citros busca obter variedades que sejam tolerantes/resistentes a fatores bióticos e abióticos, que determinem às copas nelas enxertadas boa produção e qualidade de fruto, que possuam facilidade de propagação, que sejam compatíveis com as principais variedades copa e que contribuam para uma maior longevidade das plantas.

Em 1897 H. J. Webber e W. T. Swingle iniciaram o primeiro programa de melhoramento genético de citros por hibridação realizado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture* -

Usda), Flórida, após as devastadoras geadas ocorridas na Flórida em 1894 - 1895, visando à transferência da tolerância ao frio expressada pelo trifoliata (*P. trifoliata*) às principais variedades 'copa. Como fruto desse trabalho surgiram alguns híbridos, incluindo citranges, citrumelos (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*), citrandarins [tangerineiras (diversas espécies) x *P. trifoliata*], citradias (*C. aurantium* L. x *P. trifoliata*), citremons [*C. limon* (L.) Burm. f. x *P. trifoliata*] e citrumquats (*Fortunella* x *Poncirus*), os quais não atingiram o objetivo inicial previsto, porém mostraram-se potencialmente interessantes para uso como porta-enxerto comerciais em diversos países, incluindo o Brasil (BLUMER, 2005).

No Brasil, por volta de 1920, iniciou-se um programa de melhoramento genético de porta-enxertos de citros na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em Limeira (atualmente Cordeirópolis, SP), com trabalhos do Dr. Sylvio Moreira. Um deles, iniciado em 1948 com a colaboração do Usda, possibilitou determinar a reação à tristeza-dos-citros de quase 400 tipos de citros e afins, dos quais apenas 77 mostraram tolerância a essa virose (POMPEU JUNIOR, 2005).

Em 1988, o Centro Nacional Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMT), também conhecido pelo nome-síntese de Embrapa Mandioca e Fruticultura, iniciou um programa de melhoramento genético mediante hibridações, tendo como base seu Banco Ativo de Germoplasma de Citros. O referido banco de germoplasma é dotado de grande variabilidade genética, possuindo cerca de 750 acessos, os quais compreendem diversas espécies e variedades de *Citrus* e de gêneros afins, estes incluindo *Poncirus*, *Fortunella*, *Microcitrus* (Swingle), *Eremocitrus* (Swingle) e *Severinia* (Ten. ex Endl.), entre outros de menor importância sob o ponto de vista de seu uso em melhoramento genético. O objetivo inicial do referido programa de melhoramento genético foi o de gerar variedades, especialmente porta-enxertos, tolerantes à seca e resistentes à gomose-de-*Phytophthora* e ao complexo do vírus-da-tristeza-dos-citros, além de adaptados a altas densidades populacionais (SOARES FILHO et al., 2013).

### **Poliembrionia e juvenilidade**

Em citros, dentre as principais limitações à obtenção de híbridos, tem-se o efeito da poliembrião, que dificulta a distinção entre indivíduos híbridos e aqueles de origem materna (nucelares), o longo período pré-reprodutivo e a alta heterozigosidade, que leva à imprevisibilidade de resultados dos cruzamentos. Exemplos de híbridos comerciais obtidos pelo homem são extremamente restritos, devido às dificuldades encontradas (SOARES FILHO et al., 2008).

O fenômeno da poliembrião nucelar é bastante importante no planejamento e condução de um pomar comercial. Todas as copas receberão influência idêntica de cada porta-enxerto utilizado, se este for poliembriônico, propiciando um melhor manejo e um pomar bastante uniforme. Entretanto, a principal vantagem seria a manutenção das características desejadas de um porta-enxerto conhecido (CARLOS et al., 1997).

A taxa de ocorrência da poliembrião varia de espécie para espécie. Nas limas, limões e laranjas, pode chegar a 80%, 70% e 90%, respectivamente, e tendo como exemplo o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' com 58%. No grupo das tangerinas, ocorrem espécies 100% poliembriônicas e 100% monoembriônicas como a tangerineira 'Clementina' (*C. clementina* hort. ex tanaka), ou seja, esta apresenta apenas um embrião zigótico, e a tangerineira 'Sunki da Flórida' com 12,5%. O mesmo ocorre com as toranjas que também são monoembriônicas (MOREIRA, 1980).

Outro fenômeno já citado como importante é o da juvenilidade. Os dois tipos de plantas, provenientes de embriões zigóticos ou nucelares estão sujeitos a este fenômeno. A juvenilidade é definida como o período que antecede a entrada na fase de florescimento ao longo da vida de um vegetal. Nos citros, este período é caracterizado por um crescimento vigoroso, presença abundante de espinhos e entrada em produção tardia. Em algumas espécies, produções comerciais só são obtidas após o 7º ano em pomares formados a partir de sementes, também chamados de pés-francos (DONADIO, 1975).

Portanto, a utilização da técnica de enxertia, utilizando borbulhas provenientes de plantas adultas já em produção, evita estes problemas, mesmo recebendo influência do porta-enxerto juvenil. Pomares enxertados tenderão a

entrar em produção mais cedo (CASTLE, 1989).

### **Tolerância à seca**

O déficit hídrico é constatado em várias culturas, podendo expressar impactos significativos no crescimento e desenvolvimento das plantas (MARTINS et al., 2008), provocando alterações no comportamento e no desenvolvimento da planta, na qual a tolerância vai depender do genótipo utilizado (AYERS & WESTCOT, 1999).

Em condição natural, os citros, no período de verão, são submetidos a um grau de déficit hídrico, entre 10h e 14h do dia, mesmo quando o solo está próximo à sua capacidade de campo, período em que a temperatura do ar e o déficit de pressão de vapor (DPV) estão em níveis mais altos (MEDINA et al., 1999). Sendo que este efeito é potencializado quando o potencial hídrico do solo é reduzido (BRAKKE e ALLEN, 1995).

Conhecer o comportamento dos porta-enxertos, das copas e da combinação mais adequada a diferentes situações é fundamental, pois os porta-enxertos são responsáveis por muitas características da planta, principalmente a tolerância a estresses ambientais (NOGUEIRA et al., 2001; CERQUEIRA et al., 2004).

Entre os fatores que limitam a produção vegetal, o déficit hídrico ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (NOGUEIRA et al., 2001).

No Nordeste brasileiro, a expressão socioeconômica da citricultura é indiscutível. No entanto, a produtividade é baixa, devido, principalmente, ao déficit hídrico que ocorre de modo mais acentuado nos meses mais quentes do ano, novembro a março (CRUZ et al., 2003, PEIXOTO et al., 2006). A distribuição irregular das chuvas, durante todo o ano propicia a ocorrência de longos períodos de déficit hídrico no solo e conseqüentemente estresse hídrico às plantas, decréscimos de produtividade e de produção (COELHO et al., 2006).

Vários estudos, com citros, têm sido relatados com diferentes reações ao

déficit hídrico no solo (RODRIGUES-GAMIR et al., 2010; NEVES et al., 2013). As reações ao déficit hídrico podem ser classificadas como mecanismo desenvolvido pela planta para se adequar às condições limitantes (SAMPAIO, 2014). Segundo Blum (2011) os mecanismos de prevenção ao déficit hídrico estão associados à eficácia da planta em conservar sua hidratação. No tempo em que os mecanismos de tolerância atribuem à planta a eficácia de conservar suas funções no estágio de desidratação, algo raro, no entanto importante em casos extremos de déficit hídrico. Tardieu (2012) classifica como mecanismo de prevenção ao déficit mudanças na arquitetura da planta, o fechamento estomático, aumento da densidade e comprimento de raiz, redução do crescimento e antecipação da abscisão de folhas. Sendo esses mecanismos mais comuns no cenário agrícola, pois em condições onde o estresse hídrico é muito extremo, esses mecanismos são raros.

A citricultura nordestina está assentada, principalmente, na grande unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros, ocupando quase toda a faixa costeira, desde ao Amapá até o Rio de Janeiro, alcançando ao Vale do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo (REZENDE, 2000). O ecossistema de Tabuleiros Costeiros caracteriza-se por possuir solos pobres, com pouca capacidade de armazenamento de água e horizontes coesos, que levam à formação de sistemas radiculares pouco profundos, tornando as plantas mais vulneráveis ao déficit hídrico (PEIXOTO, 2006 e PEREIRA, 2012).

Por isso, é interessante, na citricultura desta região, a utilização de porta-enxerto com boas características de adaptação às condições climáticas, principalmente tolerantes à seca, que possuam diversidade de respostas à deficiência hídrica, fato que possibilitará a diversificação de materiais que sustentem a citricultura. Por outro lado, a seleção de materiais mais tolerantes, com capacidade de adaptação a estresses abióticos, permite alcançar rendimentos economicamente viáveis (BRITO et al., 2008).

A diversidade de resposta ao estresse hídrico em diferentes genótipos, forma ótimos materiais para serem empregados em programas de melhoramento genético (NOGUEIRA et al., 2001).

Muitos caracteres fisiológicos podem ser utilizados na avaliação das respostas das espécies vegetais ao estresse hídrico, destacando-se entre eles

o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e a transpiração.

### **Tristeza-dos-citros**

Segundo Rossetti (2001), diversas doenças influenciam a produção de citros no país, sendo a tristeza, um dos problemas fitossanitários importantes da cultura, causada pelo vírus da tristeza-dos-citros (*Citrus tristeza virus* - CTV), pertencente à família Closteroviridae, gênero *Closterovirus*. Pela primeira vez no Brasil as partículas do vírus foram constatadas por KITAJIMA et al., (1963), em microscópio eletrônico.

A tristeza-dos-citros é uma doença cítrica que impõe restrições a determinadas combinações de copa e porta-enxerto. Na década de 40 o parque citrícola brasileiro foi quase totalmente destruído pelo uso de combinações de laranjeira doce sobre Azeda (*Citrus aurantium*). A presença do mais eficiente vetor, o pulgão-preto (*Toxoptera citricidus* Kirk.), e de estirpes virulentas, de fato colaborou para isto (MOREIRA, 1991).

O CTV é transmitido por material propagativo infectado e de forma semi-persistente pelo pulgão-preto (WHITESIDE et al., 1993; ROSSETTI et al., 1993; MURPHY et al., 1995). A sintomatologia da tristeza vai depender da combinação copa/porta-enxerto afetada e da estirpe presente (MÜLLER, 1976; WHITESIDE et al., 1993).

A expressão dos sintomas da tristeza-dos-citros vai depender de fatores inerentes à própria planta como, capacidade de multiplicação do vírus, idade e tolerância dos tecidos, além das condições ambientais (FEICHTENBERGER et al., 2005).

Segundo Molinari e Carvalho (2008), existe uma interação entre o clima e o CTV, verificando-se que o referido complexo viral encontra melhor desenvolvimento, e conseqüentemente causa maiores danos às plantas, sob temperaturas mais amenas, como observado normalmente na Região Sul do Estado de São Paulo.

Para a Organização Internacional de Virologistas de Citros (IOCV) (PARLEVLIE, 1997; MUNIZ et al., 2010; YOKOMI et al., 2010) e a maioria dos virologistas de citros no Brasil (FEICHTENBERGER et al., 2005), as plantas de

citros são conceituadas como resistentes ou imunes ao CTV quando apresentam a capacidade de eliminar a replicação do vírus em seus tecidos. Um número reduzido dessas plantas, mesmo depois de severas e repetidas inoculações, não permite a replicação do vírus, como é o caso do *Poncirus trifoliata*, *Severinia buxifolia* (Poir.) Ten., *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr., *Glycomis citrifolia* Lindl., *Atalantia ceylanica* (Arn.) Oliv., *Fortunella* spp., *Murraya paniculata* (L.) Jack, *Merrillia* (Swingle) spp., *Triphasia trifolia* (Burm. f.) P. Wilson, *Pleiospermium alatum* (Wight & Arn.) Swingle, *Aegle* (Corrêa) spp., *Feronia* (Corrêa) spp. (YOSHIDA, 1996). Ao contrário, são consideradas como suscetíveis aquelas plantas que permitem a replicação do CTV. São consideradas tolerantes quando expressão pouco ou nenhum sintoma e como intolerantes quando expressam os sintomas da doença (AGRIOS, 2005; CARVALHO & MÜLLER, 2010; MORENO et al., 2010).

Alguns autores têm correlacionado a maior virulência de estirpes com a produção de caneluras nos ramos e troncos das plantas infetadas. Desta forma, Salibe & Cereda (1984), Salibe et al., (1992) e Van Vuuren et al., (1993) elaboraram escalas de notas, utilizando a intensidade de caneluras apresentadas para a seleção de estirpes com menor virulência para uso em preimunização e plantas melhores adaptadas a determinadas regiões. Porém, estas escalas são de difícil uso porque não vêm acompanhadas de uma escala fotográfica ou diagramática, sendo muito subjetiva a descrição de cada nota.

Meissner Filho et al. (2002) no seu trabalho intitulado 'Reação de porta-enxerto híbridos ao *Citrus tristeza virus*', desenvolveram uma escala fotográfica/diagramática, de fácil uso, para determinação da resistência de citros à tristeza. Onde em função da intensidade de caneluras presentes, os ramos foram distribuídos em cinco grupos, sendo então preparada uma escala de notas que refletisse a intensidade de caneluras presentes, na qual a nota 1 corresponde à ausência de caneluras, nota 2 à presença de caneluras esparsas, nota 3 ao número intermediário de caneluras, nota 4 a várias caneluras superficiais ou poucas caneluras profundas e nota 5 onde toda a superfície do ramo está coberta por caneluras superficiais ou profundas.

No Brasil, onde o CTV e seus vetores são endêmicos, o manejo utilizado é o uso de porta-enxertos tolerantes, associado à preimunização de variedades



de laranjeiras doces altamente suscetíveis, como a laranjeira 'Pera' (MÜLLER & COSTA, 1977). Para serem cultivadas no Brasil, a laranjeira 'Pera' e outras variedades de significância econômica precisam ser preimunizadas com o CTV. Segundo Feichtenberger et al. (2005), o princípio da preimunização resume-se em inocular plantas suscetíveis com isolados fracos do vírus, de modo a estabelecer um efeito protetor em relação às estirpes mais severas.

O objetivo deste trabalho foi o de analisar progênies de citros, na condição de pés-francos (plantas oriundas de sementes ou *seedlings*), relativamente ao vigor (visual, altura da planta e diâmetro do caule), taxa de vingamento de frutos, taxa de mortalidade, reação ao estresse hídrico e ao vírus-da-tristeza-dos-citros, visando verificar seu potencial de obtenção de variedades porta-enxerto. Com base na variabilidade genética existente nos parentais dos cruzamentos realizados, partiu-se do pressuposto de que as progênies geradas dessem formação a indivíduos com características de interesse agrônomo relacionadas aos caracteres avaliados.

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**, Agrios G. N. (Ed.). Elsevier Academic Press Ltd., London, 922p. 2005.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (**FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29**).

BASSANEZI, R. B; FERNANDES, N. G. & YAMAMOTO, P. T. Morte súbita dos citros. Araraquara, **Fundecitrus**. 2003, 54p.

BRAKKE, M. & ALLEN, Jr., L. H. Gas exchange of Citrus seedlings at different temperatures, vapor-pressure deficits, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 120: 497-504, 1995.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e

híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p 343-353, 2008.

BLUM, A. **Crop Plant Water Relations, Plant Stress and Plant Production** In: Plant Breeding for Water-Limited Environments. BLUM, A. (Ed.). Springer, p. 11-45, New York, 2011.

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 264-267, 2005.

CARVALHO, S. A.; MÜLLER, G. W. Biological characterization and reaction to CTV isolates of Pera sweet orange clones in three regions of São Paulo state, Brazil. **Citrus Research & Technology**. Cordeirópolis, SP, v.31 (suplemento), 129ps. 2010.

CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. Porta-enxertos para citricultura paulista. Jaboticabal: **FUNEP**, 1997. 47 p. (Boletim Citrícola, 1).

CASTLE, W. S.; TUCKER, D .P. H.; KREZDORN, A. H.; YOUTSEY, C. O. Rootstocks for florida citrus. **Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida**, Gainesville, 1989.47p.

CERQUEIRA, E. C.; CASTRO NETO, M. T. de; PEIXOTO, C.P.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C.A. da S.; OLIVEIRA, J.G. de. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.515-519, 2004.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A., Simões, W. L.; Coelho, Y. S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Laranja**, v.27, n.2, p.297-320, 2006.<[http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes\\_revista&edicao=15](http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes_revista&edicao=15)>. 01 abril. 2014.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e participação de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n. 3, p. 528-531, 2003.

DONADIO, L. C. & TEÓFILO SOBRINHO, J. Estudo comparativo de híbridos e nucelares de laranjeira Baianinha. **Científica**, 3(1): 107-114, 1975.

FEICHTENBERGER, E; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; BELASQUE JR. J. Doenças dos Citros. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p. 239-269, 2005.

FUNDECITRUS. Morte súbita dos citros-MS. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/doencas/morte\\_súbita.html](http://www.fundecitrus.com.br/doencas/morte_súbita.html)>. Acesso em: 25/11/2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2013. **Ministério da Agricultura**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07/04/2014.

KITAJIMA, E. W.; SILVA, D. M.; OLIVEIRA, A. R.; MÜLLER, G. W.; COSTA, A. S. Thread-like particles associated with tristeza disease of citrus. **Nature**, Basingstoke, v.201, p.1011-1012. 1963.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C. da; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1297-1306, 2008.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.

MEISSNER FILHO, P. E.; SOARES FILHO, W. S.; VELAME, K. V. C.; DIAMANTINO, E. P. Reação de porta-enxertos híbridos ao Citrus tristeza vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p.312-315, 2002.

MOLINARI, R. P.; CARVALHO, S. A. Efeito do clima e da pré-imunização para a Tristeza dos citros no crescimento, produção e qualidade de frutos de laranja 'Pêra Bianchi'. **Anais do II Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC**, Campinas-SP, 2008.

MOREIRA, C. S., MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU Jr. J.; AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991.p. 1-21.

MOREIRA, C. S. Melhoramento de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F. **Citricultura Brasileira**. Fundação Cargill. Campinas. p. 29-51. 1980.

MORENO, P.; PINA, J. A.; PIQUER, J.; GUERRI, J. Mild isolates of *Citrus tristeza virus* protect Valencia sweet Orange on sour Orange rootstock against tristeza decline. **Citrus Research & Technology**. Cordeirópolis, SP, v.31 (suplemento), 129ps. 2010.

MÜLLER, G. W. A Tristeza dos Citros. **Summa Phytopathologica** 2:245-63. 1976.

MÜLLER, G. W. e COSTA, A. S. Tristeza control in Brazil by preimmunization with mild strains. In: Congress International **Society of Citriculture**, Orlando, USA, 1977.Proccedings.IOCV, v.3, 1977.p. 867-8.

MUNIZ, F. R.; HAKAKAVA, R.; STACH-MACHADO, D. R.; REZENDE, J. A. M.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MENDES, B. M. J. Evaluation of *Citrus sinensis* transgenic lines for resistance to *Citrus tristeza virus*. **Citrus Research & Technology**. Cordeirópolis, SP, v.31 (suplemento), 129ps. 2010.

MURPHY, F. A., FAUQUET, C. M., BISHOP, D. H. L., GHABRIAL, S. A., JARVIS, A. W., MARTELLI, G. P., MAYO, M. A. & SUMMERS, M. D. Virus taxonomy-classification and nomenclature of viruses. **Archives of Virology** 10:497. 1995. (Abstract).

NAVARRO, L. Necesidades y problemática de lamejora sanitaria y genética de los cítricos em España. **Phytoma**, Valencia, n. 170, p. 2-5, 2005.

NETO, J. L. A. Manejo de pragas em citros produtor sozinho não combate greening. **Rural Centro**, Agosto 2013. Disponível em: <<http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/manejo-de-pragas-em-citros-produtor-sozinho-nao-combate-greening-73962>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2015.

NEVES, D. M.; COELHO FILHO, M. A.; BELLETE, B. S.; SILVA, M. F. G. F.; SOUZA, D. T.; SOARES FILHO, W. S.; COSTA, M. G. C.; GESTEIRA, A. S. Comparative study of putative 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase and abscisicacid accumulation in the responses of Sunki mandarin and Rangpur lime to water deficit. *Mol Biol Rep.*, **publicação eletrônica**, DOI: 10.1007/s11033-013-2634-z, 2013.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

PARLEVLIET, J. E. Present concepts in breeding for disease resistance. In: **Resistência de plantas a doenças** (eds. L. Zambolin and F. X. R. do Vale). Universidade de Viçosa, MG, Brasil, 1997.

PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista**

**Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.439-443, 2006.

PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. A Unidade geoambiental tabuleiro costeiro e o planejamento municipal: o caso de senador Georgino Avelino/RN. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 390-401, 2012.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Eds.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. P. 61-104.

REZENDE, J. de O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI – SPA, 2000. 117p. (**Série Estudos Agrícolas, 1**).

RODRÍGUEZ-GAMIR, J.; et al. Citrus rootstock responses to water stress. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.95–102, 2010.

ROSSETTI, V. V; MÜLLER, G. W. & COSTA, A. S. **Doenças dos citros causadas por algas, fungos, bactérias e vírus**. Campinas. Fundação Cargill. 1993.

ROSSETTI, V. V. Doenças causadas por vírus e semelhantes. In: Rosseti, V.V. (Ed.) **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus. 2001. pp.59-91.

SALIBE, A. A. & CEREDA, E. Incidência de exocorte, sokrose e “stempitting” de tristeza em cultivares de baixa acidez. **Summa Phytopathologica** 10:86-87. 1984.

SALIBE, A. B.; TUBELIS, A. & SALIBE, A. A. Incidência de caneluras ou “stempitting” de tristeza em mudas cítricas produzidas com borbulhas de matrizes selecionadas. **Summa Phytopathologica** 18:9. 1992. (Resumo).

SAMPAIO, A. H. R. **Avaliação de combinações copa-porta-enxerto de citros sob déficit hídrico no solo.** 2014 (Tese).

SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S.; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. da S.; MATTOS, L. A.; QUINTELA, M. P. Parentais femininos monoembriônicos na obtenção de porta-enxertos híbridos de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Março 2008, Vol. 30(1), pp. 215-218.

SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. da S. **Melhoramento genético.** In: CUNHA SOBRINHO A. P. da; MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, A. da S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. (ed.). *Cultura dos citros.* Embrapa, Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 61-102, 2013.

TARDIEU, F. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: Just design the right drought scenario. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 1, p. 25-31, 2012.

VAN VUUREN, S. P.; COLLINS, R. P. & GRAÇA, J. V. da. Evaluation of citrus tristeza virus isolates for cross protection of grapefruit in South Africa. **Plant Disease**. 77:24-28. 1993.

WHITESIDE, J. O.; GARNSEY, S. M & TIMMER, L. W. *Compendium of Citrus Diseases.* 2nd ed. **Saint Paul.** APS Press. 1993.

YOKOMI, R. K.; METHENEY, P. GRAFTON-CARDWELL, E. E.; STEWART-LESLIE. Current status of *Citrus tristeza virus* in Central California. **Citrus Research & Technology.** Cordeirópolis, SP, v.31 (suplemento), 129ps. 2010.

YOSHIDA, T. Graft compatibility of *Citrus* with plants in the *Aurantioideae* and their susceptibility to citrus tristeza virus. **Plant Disease**, Saint Paul, v.80, n.4, p.414-417, 1996.

## **Capítulo 1**

### **VIGOR E MORTALIDADE DE HÍBRIDOS EM PROGÊNIES DE CITROS**



## VIGOR E MORTALIDADE DEHÍBRIDOS EM PROGÊNIES DE CITROS

Autora: Lizziane Gomes Leal Santana

Orientador: Walter dos Santos Soares Filho

Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo e Abelmon da Silva Gesteira

**RESUMO:** Tendo como base o Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, foram realizadas polinizações controladas em setembro e outubro de 2006, que resultaram em nove progênies, compreendendo 461 *seedlings* híbridos. Os cruzamentos realizados tiveram como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' (TSKFL) e como parentais masculinos, além dessa última tangerineira, os citrandarins 'Indio' (CTID) e 'Riverside' (CTRS), o citrangequat 'Thomasville' (THOM), o citrumelo 'Swingle' (CTSW), o citrange 'Argentina' (CTARG) e a seleção 'Benecke' de *Poncirus trifoliata* (TRBK). Os híbridos gerados foram levados a campo em 2008, sendo avaliados no período de 2010 a 2014 mediante os caracteres taxa de vingamento de frutos, taxa de mortalidade e vigor (visual, altura da planta e diâmetro do caule). As progênies onde o parental feminino foi a tangerineira 'Sunki da Flórida' apresentaram a maior taxa de vingamento de frutos, além de taxa de mortalidade nula no cruzamento TSKFL x TRBK. Não houve diferença nas médias de vigor visual entre as progênies estudadas. As progênies LCRSTC x TSKFL e TSKFL x TRBK foram destaques nas avaliações de vigor (altura e diâmetro). Esses cruzamentos demonstraram potencial para futura geração de variedades porta-enxerto.

**Palavras-chave:** polinização, vigor, *seedlings*.

## VIGOR AND MORTALITY HYBRIDS IN CITRUS PROGENIES

Author: Lizziane Gomes Leal Santana

Adviser: Walter dos Santos Soares Filho

Co-adviser: Carlos Alberto da Silva Ledo and Abelmon da Silva Gesteira

**ABSTRACT:** Based on the Citrus Active Germplasm Bank from Embrapa Cassava & Fruits, controlled pollinations were conducted in September and October 2006, resulting in nine progenies, comprising 461 hybrid seedlings. The crosses done had as female parents the lemon tree 'Rangpur Santa Cruz' (LCRSTC) and the tangerine tree 'Sunki Florida' (TSKFL) and as male parents, besides that tangerine, the citrandarins 'Indio' (CTID) and 'Riverside' (CTRS), the citrangequat 'Thomasville' (THOM), the Swingle 'Swingle' (CTSW), the citrange 'Argentina' (CTARG) and the 'Benecke' selection from *Poncirus trifoliata* (TRBK). The generated hybrids were taken to the field in 2008, and evaluated between 2010-2014 according to fruit set rate, mortality rate and vigor (visual, plant height and stem diameter). The progenies that had the tangerine 'Sunki Florida' as their female parental showed the highest fruit set rate and null mortality rate for the TSKFL x TRBK cross. There was no difference in mean visual effect between the progenies. The progenies LCRSTC x TSKFL and TSKFL x TRBK were highlights in vigor assessments (height and diameter). These crosses demonstrated potential for future generation of rootstock varieties.

**Keywords:** pollination, vigor, seedlings.

## INTRODUÇÃO

O Programa de Melhoramento Genético de Citros consiste em quatro etapas: Obtenção de híbridos, avaliações de híbridos pés-francos, seleção dos

melhores e avaliação do melhores combinados com copas (laranjas, limas/limões, tangerinas, pomelos etc.), sendo que neste trabalho foram realizadas as três etapas iniciais, pois o tempo não foi suficiente para realização de todas, a qual demanda alguns anos para realização das mesmas.

Dentre as dificuldades encontradas no melhoramento genético visando à obtenção de híbridos de *Citrus* (L.) e de gêneros afins, tem-se a poliembrião, o longo período pré-reprodutivo e a alta heterozigosidade, sendo que a poliembrião constitui umas das principais limitações, por dificultar a identificação de híbridos (SOARES FILHO et al., 2008, RIBEIRO et al., 1999).

A poliembrião é um fenômeno comum a muitas espécies de citros, caracteriza-se pela presença de mais de um embrião numa mesma semente. A maioria destes embriões é de origem nucelar (apogâmico) obtido por via assexuada, geneticamente idêntico á planta mãe e um único embrião zigótico obtido por via sexuada (SOARES FILHO et al., 2002).

Segundo Passos et al. (2006), quanto mais alta a taxa de poliembrião, maiores são as chances de um porta-enxerto, quando propagado por sementes, originar plantas nucleares, semelhantes a cultivar mãe, sendo um dos caracteres de extrema importância na escolha de um porta-enxerto comercial.

Desde setembro de 1988, o Programa de Melhoramento de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros) vêm realizando hibridações controladas, com o objetivo de produzir novas variedades, principalmente porta-enxerto, adaptadas a diferentes regiões geográficas de cultivo, destacando o Nordeste brasileiro (SOARES FILHO et al., 2007). Especialmente na unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros, ocupando quase toda a faixa costeira, desde ao Amapá até o Rio de Janeiro, alcançando ao Vale do Rio Grande do Sul no Estado de São Paulo (REZENDE, 2000).

Na busca de alternativas para a diversificação no uso de porta-enxerto, o interesse é obter variedades que ofereçam bom rendimento de sementes, com germinação satisfatória e vigor (MOREIRA et al., 2010).

O vigor do porta-enxerto em citros, tem sido associado ao número de embriões por semente, de forma que o menor número de embrião por semente ajuda o aumento no tamanho do embrião e a germinação do embrião zigótico

(SOARES FILHO et al., 2000), fato comum em muitas espécies de citros, a poliembrionia.

No entanto, o baixo vigor apresentado por alguns porta-enxerto, está relacionado ao número de embriões por sementes em decorrência a alta poliembrionia, que por competição entre os vários embriões nucelares ou pela superação e germinação do embrião zigótico, geralmente reduz o vigor das plântulas germinadas (RAMOS et al., 2006).

A presença de vários embriões numa mesma semente para formação do porta-enxerto pode dificultar a sobrevivência dos embriões zigóticos, devido à competição dos embriões nucelares (SOARES et al., 2002).

Assim este trabalho traz informações relativas à taxa de vingamento de frutos, à taxa de mortalidade e vigor (visual, altura da planta e diâmetro do caule) de progênies de citros obtidos a partir de cruzamentos controlados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura no Município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, nas coordenadas geográficas 12°40'19" de latitude sul, 39°06'23" de longitude oeste com altitude de 226 m, em ambiente representativo da grande unidade de paisagem de Tabuleiros Costeiros. Sendo iniciado no mês de setembro de 2006 através de polinizações controladas, mantendo a individualidade dos parentais femininos e masculinos, utilizando os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de citros (BAG citros). Nove progênies foram analisadas compreendendo 461 *seedlings* (plantas oriundas de sementes ou pés-francos) híbridos, resultantes de cruzamentos envolvendo os seguintes parentais femininos: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck, LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka, TSKFL] e como parentais masculinos além dessa última tangerineira, os citrandarins 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus. Tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256, CTID) e 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264, CTRS), o citrangequat 'Thomasville' [*Kumquat* 'Oval' ou 'Nagami' *Fortunela margarita* (Lour.) Swingle x citrange 'Willits', THOM], o citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*,

CTSW), o citrange 'Argentina' (*C. sinensis* x *P. trifoliata*, CTARG) e a seleção 'Benecke' de *P. trifoliata* (TRBK).

O número de polinizações controladas variou entre os cruzamentos, em função da disponibilidade de flores no momento de suas realizações. Pólen colhido de flores recém-abertas dos parentais masculinos foi utilizado na polinização de flores dos parentais femininos: estas últimas foram emasculadas antes da antese. A emasculação foi realizada no estágio de balão (próxima da abertura floral), eliminando-se cuidadosamente as pétalas e anteras com auxílio de pinça e bisturi, evitando-se o contato com o estigma. A polinização foi realizada imediatamente após a emasculação, estando o estigma receptivo (úmido).

De quatro a cinco meses após as polinizações os frutos que vingaram foram colhidos e lavados em água corrente, seguindo-se a retirada das sementes. Estas foram lavadas para a retirada da mucilagem e colocadas para secar durante dois dias na sombra. Posteriormente essas sementes foram tratadas com fungicida Captam e semeadas em canteiros móveis de isopor, sob condição de casa de vegetação.

Para a identificação de *seedlings* híbridos alcançados pelos cruzamentos controlados, com o objetivo de separá-los daqueles de origem nucelar, utilizou-se as observações das características morfológicas, principalmente foliares, destacando a utilização de características trifoliadas, dominante, presente em *P. trifoliata* e híbridos abrangendo essa espécie (SOOST E CAMERON, 1975).

As progênes foram plantadas a campo no ano de 2008, obedecendo o preparo do solo às práticas convencionais de aração e gradagem, sem subsolagem. Foram avaliados no período de 2010 a 2014, os caracteres vigor visual, através da escala denotas apresentada na Figura 1, altura da planta, com o auxílio de uma régua graduada em cm, diâmetro do caule, medido a 10 cm do colo da planta (zona de transição entre o sistema radicular e a parte aérea), com o auxílio de um paquímetro de madeira graduado em cm, taxa de vingamento de frutos e taxa de mortalidade, estas calculadas em porcentagem.

As estimativas de crescimento da população foram realizadas pelo método geométrico. Em termos técnicos, para se obter a taxa de crescimento ( $r$ ), subtrai-se 1 da raiz enésima do quociente entre a população final ( $P_t$ ) e a

população no começo do período considerado ( $P_0$ ), multiplicando-se o resultado por 100, sendo "n" igual ao número de anos no período (IBGE, 2004).

Foram calculadas as estatísticas descritivas: média, intervalo de variação (IV), correspondente ao intervalo entre os valores mínimos e máximos observados, coeficiente de variação (CV), dado por  $CV = (\text{desvio-padrão}/\text{média}) \times 100$ , e coeficiente de assimetria de Pearson (AS), dado por  $As = [3 \times (\text{média} - \text{mediana})]/\text{desvio-padrão}$ , além da análise de variância, quando significativas, agrupada pelo teste de Scott-Knott (1954), ( $P < 0.05$ ).

As faixas de classificação dos coeficientes de variação foram baseadas na metodologia proposta por Garcia (1989), em que se utiliza a relação entre a média dos coeficientes de variação e o desvio padrão [baixo ( $CV \leq x - s$ ), médio ( $x - s < CV \leq x + s$ ), alto ( $x + s < CV \leq x + 2s$ ), muito alto ( $CV > x + 2s$ )].



Figura 1: Escala de notas para avaliação de vigor visual considerando como mais vigorosos os indivíduos que, independentemente do tamanho da planta, apresentavam-se com muitas folhas, sem deficiência nutricional e sintomas de doenças. 3 (Plantas independente da altura com vigor bom), 2 (Plantas independente da altura com vigor regular) e 1 (Plantas independente da altura com vigor ruim).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 281 polinizações: 27 em tangerineira ‘Sunki da Flórida’, 54 em citrandarin ‘Indio’, 20 em citrandarin ‘Riverside’, 59 em citrangequat ‘Thomasville’, 68 em citrumelo ‘Swingle’, 14 em *Poncirus trifoliata* seleções ‘Benecke’ e 39 em citrange ‘Argentina’. As taxas de vingamento de frutos do parental feminino limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ cruzado com os parentais masculinos tangerineira ‘Sunki da Flórida’, citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’, citrangequat ‘Thomasville’, foram respectivamente: 48,1%, 33,3%, 35,0% e 25,0%. O parental feminino tangerineira ‘Sunki da Flórida’ cruzado com os parentais masculinos citrumelo ‘Swingle’, citrange ‘Argentina’, *Poncirus trifoliata* seleções ‘Benecke’, citrangequat ‘Thomasville’ e citrandarin ‘Indio’, obtiveram taxas de vingamento de respectivamente: 70,6%, 82,1%, 78,6%, 60,9 e 67% (Tabela 1).

Verificou-se que os cruzamentos TSKFL x CTSW, TSKFL x CTARG e TSKFL x TRBK, se destacaram por um elevado vingamento de frutos e que a tangerineira ‘Sunki da Flórida’ como parental feminino obteve maiores taxas de vingamento de frutos do que o parental feminino limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’. Esse resultado vem confirmar o que já tinha sido constatado por Soares Filho et al. (2002), que a tangerineira ‘Sunki da Flórida’ como parental feminino de baixa poliembrião para produção de porta-enxerto híbridos em programas de melhoramento genético a partir de cruzamentos controlados, possibilita uma maior previsibilidade de resultados em hibridações, além de gerar progênes com vigor relativamente bom e mais uniformes, as quais compreendem indivíduos que guardam certa semelhança entre si, situação esta indicativa do relativamente elevado grau de homozigidade presente nessa tangerineira, mais acentuado que o verificado na grande maioria das espécies de citros (SOARES FILHO et al., 2013). Cornélio et al. (2003) e Moraes et al. (2007) constatou níveis altos de homomorfismo cromossômico no *C. Sunki*, confirmando a condição de maior homozigidade em comparação com outras espécies de *Citrus*, pois existe indícios de uma relação direta entre os níveis de



homoziguidade e de homomorfismo cromossômico (SOARES FILHO et al., 2013).

**TABELA 1** - Cruzamentos, número de polinizações controladas dentro de cruzamentos (NP), número de frutos produzidos a partir dessas polinizações (NF), com respectivas taxas de vingamento de frutos (TV). Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura – PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Setembro e outubro, 2006.

CRUZAMENTOS	NP	NV	TV (%)
Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' como parental feminino			
LCRSTC x TSKFL	27	13	48,1
LCRSTC x CTID	42	14	33,3
LCRSTC x CTRS	20	7	35,0
LCRSTC x THOM	36	9	25,0
Tangerineira 'Sunki da Flórida' como parental feminino			
TSKFL x CTSW	68	48	70,6
TSKFL x CTARG	39	32	82,1
TSFKL x TRBK	14	11	78,6
TSKFL x THOM	23	14	60,9
TSKFL x CTID	12	8	66,7

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

Com base no total de híbridos levados a campo (Tabela 2), os cruzamentos que tiveram como parental feminino o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' apresentaram maiores taxas de mortalidade, com média de 50%. Dentre essas progênies, LCRSTC x CTRS foi a que manifestou pior comportamento, verificando-se situação oposta para o cruzamento LCRSTC x CTID. Quando o parental feminino foi a tangerineira 'Sunki da Flórida' as taxas de mortalidade foram menos expressivas, destacando-se a progênie TSKFL x TRBK com taxa de mortalidade nula. Relativamente às demais progênies de 'Sunki da Flórida', todas apresentaram taxas de mortalidade bastante inferiores ao observado naquelas com o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', conforme se verifica pelas taxas de crescimento geométrico, onde o menor valor constatado para as progênies de 'Sunki da Flórida' (-4,2, para TSKFL x THOM) foi inferior à metade do maior valor observado para as progênies de limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (-9,0, para LCRSTC x CTID). Os valores da taxa crescimento geométrico quanto mais negativo indicam uma maior taxa de mortalidade, sendo que seu cálculo leva em consideração o tamanho da amostra em indivíduos considerados em cada progênie. Quanto maior esse número, maior será sua precisão. Por essa razão, progênies que apresentaram maior taxa de mortalidade e maior número de indivíduos relacionaram-se a menores taxas de crescimento geométrico (menos negativas) em relação à aquelas com menor número de indivíduos amostrados. Essa situação é evidenciada ao se comparar a progênie TSKFL x CTSW com as progênies TSKFL x THOM e TSKFL x CTID.

O cruzamento TSKFL x TRBK, em razão de sua taxa de mortalidade nula, indica sua capacidade de geração de indivíduos adaptados ao convívio com estresses de natureza biótica e abiótica presentes no ambiente de estudo, representativo da grande unidade de paisagem de Tabuleiros Costeiros, que se caracteriza por possuir solos pobres, com pouca capacidade de armazenamento de água e horizontes coesos, que levam à formação de sistemas radiculares pouco profundos (PEIXOTO, 2006 e PEREIRA, 2012). Além disso, verificou-se que essa progênie deu formação a indivíduos mais uniformes e que guardam certa semelhança entre si. Esse comportamento é um reflexo do relativamente elevado nível de homozigidade presente nos parentais desse cruzamento, pressuposto pelo elevado nível de homomorfismo

cromossômico existente tanto em *C. sunki* (CORNÉLIO et al., 2003 e MORAES et al., 2007) como em *P. trifoliata* (MIRANDA et al., 1997), uma vez que há indicativos de uma relação direta entre os níveis de homozigosidade e de homomorfismo cromossômico em citros (SOARES FILHO et al., 2013).

**TABELA 2** - Cruzamentos, total de híbridos levado a campo (THLC) em 2008, total de híbridos em campo na última avaliação (THCUA), taxa de mortalidade (TM%) e taxa de crescimento geométrico (TCG%) dentro de cruzamentos. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Julho, 2014.

CRUZAMENTOS	THLC	THCUA	TM (%)	TCG (%)
Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' como parental feminino				
LCRSTC x TSKFL	49	24	51,0	-11,2
LCRSTC x CTID	30	17	43,3	-9,0
LCRSTC x CTRS	26	11	57,7	-13,4
LCRSTC x THOM	27	12	55,6	-12,6
Tangerineira 'Sunki da Flórida' como parental feminino				
TSKFL x CTSW	172	136	24,4	-3,8
TSKFL x CTARG	53	45	15,1	-2,7
TSKFL x TRBK	50	50	0,0	0,0
TSKFL x THOM	35	27	22,8	-4,2
TSKFL x CTID	19	15	21,0	-3,9

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami'] *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle} x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

Avaliações de vigor visual realizadas a campo no período de 2010 a 2014 nas progênies de citros estão apresentadas na Tabela 4. Devido à taxa de mortalidade dentro dos cruzamentos, a quantidade dos híbridos dentro das progênies foi reduzida com o passar dos anos de avaliação (Tabela 3) e o vigor da maioria das progênies diminuiu quando estas foram avaliadas em 2013, provavelmente devido ao estresse hídrico que sofreram no mês de março, mais

acentuado do que os anos anteriores, (Gráfico1), além de outros fatores bióticos e abióticos a qual estão condicionados a campo, principalmente por estas plantas serem instaladas em grande unidade de Tabuleiros Costeiros.

As avaliações visuais consideraram como mais vigorosos os indivíduos que, independentemente do tamanho da planta, apresentavam-se com muitas folhas, sem deficiência nutricional e sintomas de doenças.

Nos cruzamentos tendo como parental feminino o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e a tangerineira 'Sunki da Flórida', não houve diferença nas médias de vigor visual entre as progênes, indicando que todas as progênes apresentaram vigor visual equivalente. Com relação ao intervalo de variação, de uma forma geral todas as progênes mantiveram-se entre 1 (plantas com vigor ruim) e 3 (plantas com vigor bom), à exceção de 2011 no tocante às progênes LCRSTC x TSKFL e LCRSTC x CTID e 2014 relativamente à progênie LCRSTC x THOM, onde esse intervalo foi de 2 (plantas com vigor regular) a 3. Esse resultado demonstra que todas essas progênes apresentaram uma grande variabilidade de indivíduos, fracos e vigorosos. A análise dos coeficientes de assimetria cabe destacar, indica que à exceção da progênie LCRSTC x CTID, todas as demais se relacionaram a indivíduos com vigor visual superior às médias de suas respectivas progênes.

Considerando o parental feminino 'Sunki da Flórida', com relação aos intervalos de variação, todas as progênes enquadraram-se entre 1 (plantas com vigor ruim) e 3 (plantas com vigor bom), exceto em 2011, onde a progênie TSKFL x TRBK variou entre 2 (plantas com vigor regular) e 3. Assim, em termos gerais, aqui também se evidencia, em consequência da heterozigosidade presente nos citros, a variabilidade existente entre indivíduos dentro de progênes de 'Sunki da Flórida', que se apresentaram tanto fracos como vigorosos, independentemente do parental masculino utilizado nos cruzamentos. Verificou-se, entretanto, em todos os anos de avaliação, uma predominância de coeficientes de assimetria negativos, evidenciando que os valores do caráter vigor visual concentraram-se acima da média, indicando que essas progênes podem originar híbridos vigorosos. Nesse contexto foi exceção o constatado nos anos de 2013 e 2014 na progênie TSKFL x THOM, onde o coeficiente de assimetria mostrou-se praticamente nulo, significando que os

valores dessa variável distribuíram-se de forma simétrica em relação à média do caráter vigor visual.

Segundo Bussab e Morettin (2002), quanto mais negativo for o valor do coeficiente de assimetria, maior será o número de indivíduos cujo comportamento é superior à média. Dá-se ao contrário em situações onde os valores desse coeficiente são positivos.

O citrandarin 'Indio' e o citrangequat 'Thomasville' apresentaram variações nos cruzamentos com tangerineira 'Sunki da Flórida' e com o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', verificando-se um melhor comportamento do 'Indio' com a 'Sunki da Flórida' e do 'Thomasville' com o 'Cravo Santa Cruz' (Tabela 4). Essa constatação indica que um indivíduo pode apresentar variações no comportamento das progênies a partir dele obtidas a depender do parental com o qual será hibridizado. Nos casos citados, há indicações da capacidade específica de combinação dos cruzamentos, em consequência de interações gênicas e alélicas.

De acordo com a metodologia proposta por Garcia (1989), os coeficientes de variação foram classificados para a variável vigor visual como médio em 89% das progênies. Cargnelutti Filho e Storck (2007) consideram que quanto menor for à estimativa do CV maior será a precisão do experimento e vice-versa.

**TABELA 3** - Cruzamentos, número de híbridos avaliados do período de 2010 a 2014. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Julho 2014.

Cruzamentos	Nº de híbridos			
	2010	2011	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	36	33	24	24
LCRSTC x CTID	21	21	19	17
LCRSTC x CTRS	17	16	15	11
LCRSTC x THOM	19	16	16	12
TSKFL x CTSW	162	157	142	136
TSKFL x CTARG	50	49	46	45
TSKFL x TRBK	50	50	50	50

TSKFL x THOM	32	30	28	27
TSKFL x CTID	16	15	15	15

---

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Índio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

**Tabela 4.** Avaliações de vigor visual de *seedlings* híbridos dentro de cruzamentos, em campo. Programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas, BA. 2010 a 2014.

Cruzamentos	Vigor <sup>1</sup>																
	Médias					IV <sup>2</sup>				CV <sup>2</sup>				AS <sup>3</sup>			
	2010	2011	2013	2014	Médias	2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	2,83	2,57	2,28	2,29	2,49 a	1,00-3,00	2,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	15,78	19,48	34,72	27,23	-2,81	-0,32	-0,56	-0,28
LCRSTC x CTID	2,66	2,40	1,84	2,00	2,23 a	1,00-3,00	2,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	21,65	20,94	41,51	35,35	-1,59	0,44	0,28	0,00
LCRSTC x CTRS	2,53	2,56	2,07	2,25	2,35 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	28,36	24,55	41,52	38,49	-1,26	-1,18	-0,16	-0,56
LCRSTC x THOM	2,21	2,26	2,36	2,61	2,36 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	2,00-3,00	38,67	35,24	35,71	19,36	-0,44	-0,55	-0,83	-0,54
TSKFL x CTSW	2,48	2,60	2,20	2,25	2,38 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	31,51	24,95	34,74	32,5	-1,08	-1,39	-0,38	-0,43
TSKFL x CTARG	2,50	2,67	2,54	2,52	2,56 a	1,00-300	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00- 3,00	33,56	23,39	30,69	27,68	-1,19	-1,76	-1,32	-1,16
TSKFL x TRBK	2,84	2,88	2,28	1,90	2,48 a	1,00-3,00	2,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	19,30	11,40	34,36	40,14	-3,19	-2,41	-0,55	0,17
TSKFL x THOM	2,56	2,63	1,96	1,92	2,27 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	31,25	25,39	32,44	32,63	-1,42	-1,63	0,03	0,04
TSKFL x CTDI	2,13	2,60	2,40	2,13	2,32 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-3,00	46,43	24,32	23,35	34,84	-0,30	-1,41	-0,55	-0,22

<sup>1</sup>Vigor: avaliações visuais; <sup>2</sup>IV: intervalo de variação das avaliações visuais, realizadas através de notas: 3 (Plantas com vigor bom), 2 (Plantas com vigor regular) e 1 (Plantas com vigor ruim); <sup>3</sup>AS: coeficiente de assimetria LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami'] *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

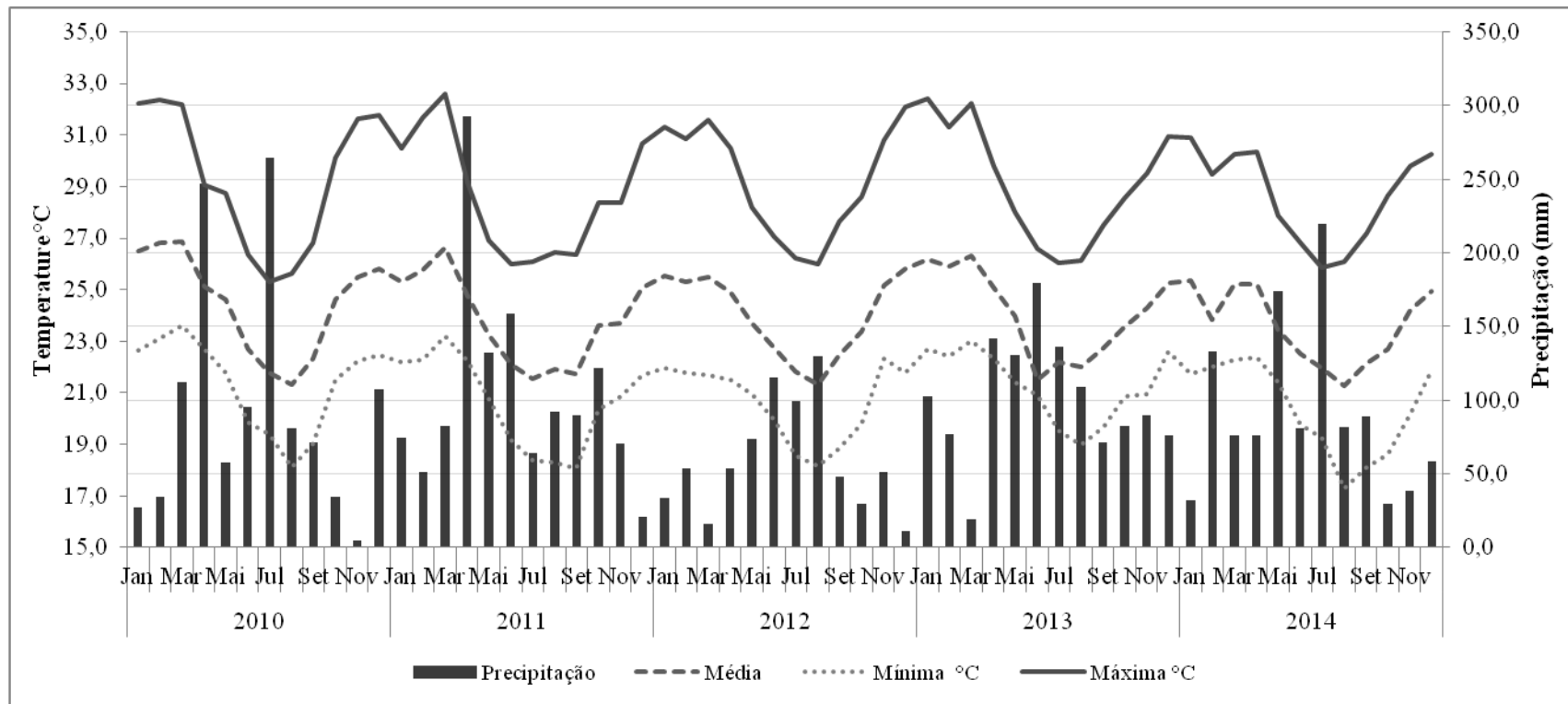


Gráfico 1: Precipitação (mm), temperaturas máxima, média e mínima (°C) dos meses de avaliação de vigor nas progênie de citros. Cruz das Almas - BA. 2010 a 2014.



Devido á alta heterozigosidade dos citros, como previsto, os híbridos dentro das progênies mostraram-se bastante variáveis quanto à altura das plantas e o diâmetro dos caules.

As variações inerentes ás avaliações dos caracteres de vigor altura dos *seedlings* híbridos estão apresentadas na Tabela 5. A progênie LCRSTC x TSKFL apresentou a segunda maior média de altura de planta com o parental feminino limoeiro 'Cravo Santa Cruz'. O vigor relativamente elevado dessa progênie pode ser também confirmado por meio do intervalo de variação que mostra valores de altura da planta compreendido entre 0,20 – 4,10. Além disso, essa progênie apresentou coeficiente de assimetria mais negativo em 2013 e 2014, indicando que esse cruzamento pode originar híbridos com vigor de planta em geral superior á média.

Quando empregado o parental feminino 'Sunki da Flórida', a progênie TSKFL x TRBK destacou-se com maior altura de planta. Ainda, a progênie TSKFL x TRBK apresentou o coeficiente de assimetria negativo em todos os anos, evidenciando que esse cruzamento produz híbridos relativamente vigorosos e uniformes e que os valores do caráter ao qual estão associados encontram-se concentrados acima da média observada para o mesmo.

De acordo com a metodologia proposta por Garcia (1989), os coeficientes de variação foram classificados para a variável altura de planta como médio em 86% das progênies.

**Tabela 5.** Avaliações de vigor altura de seedlings híbridos dentro de cruzamentos, em campo. Programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas, BA. 2010 a 2014.

Cruzamentos	Altura <sup>1</sup> (cm)																
	Médias				Médias	IV <sup>2</sup>				CV <sup>2</sup>				AS <sup>3</sup>			
	2010	2011	2013	2014			2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013
LCRSTC x TSKFL	0,89	1,58	2,57	3,18	2,06 b	0,20–1,55	0,95–2,45	0,90–3,90	0,95–4,10	35,56	26,62	30,84	26,77	0,05	0,19	-0,46	-1,07
LCRSTC x CTID	0,73	1,18	1,71	2,28	1,48 d	0,25–1,55	0,30–1,85	0,90–2,70	0,95–3,40	38,09	35,61	30,02	26,93	1,07	-0,30	0,38	-0,24
LCRSTC x CTRS	0,63	1,22	1,74	2,32	1,48 d	0,30–1,00	0,30–2,40	0,50–3,20	1,20–4,40	34,17	42,67	45,30	44,40	-0,30	0,58	0,54	0,75
LCRSTC x THOM	0,63	1,10	1,60	2,39	1,43 d	0,15–1,15	0,30–2,20	0,50–2,60	0,65–3,50	52,40	55,91	45,41	39,63	0,28	0,40	-0,15	-0,77
TSKFL x CTSW	0,88	1,46	2,30	2,85	1,87 b	0,15–1,95	0,20–2,40	0,25–3,80	0,30–4,30	34,91	34,03	32,66	31,17	0,40	-0,31	-0,61	-0,70
TSKFL x CTARG	1,00	1,57	2,48	2,91	1,99 b	0,10–2,00	0,45–2,70	0,70–4,00	0,70–4,00	40,28	42,77	39,16	35,56	0,18	-0,14	-0,40	-0,87
TSKFL x TRBK	1,43	2,05	3,06	3,54	2,52 a	0,60–2,20	0,80–2,70	1,60–4,10	1,40–4,50	28,15	21,63	21,73	21,82	-0,13	-0,73	-0,68	-0,94
TSKFL x THOM	0,88	1,45	2,45	2,93	1,93 b	0,30–1,45	0,35–2,15	0,90–3,40	1,10–4,00	36,07	30,50	25,40	28,77	-0,35	-0,84	-0,90	-1,04
TSKFL x CTDI	0,72	1,25	2,06	2,76	1,70 c	0,30–1,40	0,55–2,00	1,30–3,00	1,80–3,8	40,54	32,84	29,63	23,43	1,01	0,04	0,19	-0,70

<sup>1</sup>IV: Intervalo de variação; <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação; <sup>3</sup>AS: coeficiente de assimetria. LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Índio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami'] *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle} x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

Com relação às avaliações do diâmetro do caule (Tabela 6), a progênie LCRSTC x TSKFL destacou-se também com maior média de diâmetro em relação às demais progênies, obtendo intervalo de variação que mostra valores de diâmetro compreendido entre 0,63 – 14,40, confirmando o valor relativamente alto desses híbridos, cujo parental feminino foi o limoeiro 'Cravo Santa Cruz'. O diâmetro do caule é um caráter de grande importância na avaliação de porta-enxertos, uma vez que quanto maior o desenvolvimento em diâmetro, maior é a precocidade do início de produção de frutos que o porta-enxerto determina a copa, além da realização da enxertia (NASCIMENTO, 2012). Compete ressaltar que essa progênie para ser indicada como variedade porta-enxerto necessita ser avaliada em experimentos com copa nela enxertada, para se obter dados mais consistentes. Ainda, essa progênie apresentou coeficiente de assimetria negativo, significando que os valores dessa variável encontram-se concentrados acima da média para o caráter diâmetro, sendo que em 2011 o valor do coeficiente de assimetria verificado para diâmetro de planta foi nulo, mostrando que os valores dessa variável distribuíram-se de forma simétrica em relação à média desse caráter.

Quando empregado o parental feminino 'Sunki da Flórida', as progênies que se destacaram foram a TSKFL x TRBK, TSKFL x CTARG e TSKFL x THOM com maior média de diâmetro. Também, a progênie TSKFL x TRBK obteve coeficiente de assimetria positivo nos anos de 2010 e 2011, evidenciando que nestes dois primeiros anos de avaliação os valores do caráter diâmetro das plantas encontraram-se abaixo da média. No entanto nos dois últimos anos de avaliação os coeficientes de assimetria foram negativos, indicando que esta progênie pode originar híbridos vigorosos e com indivíduos se comportando com valor superior à média.

Verificou-se que a tangerineira 'Sunki da Flórida', em comparação com o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', como parental feminino, foi superior em todas as avaliações realizadas, sugerindo a presença de uma alta frequência de alelos favoráveis em seus distintos locos gênicos, induzindo a formação de gametas, tanto masculinos como femininos, que beneficiaram o vingamento de frutos nos cruzamentos realizados e promoveram a geração de uma maior quantidade de híbridos promissores.

O citrandarin 'Indio' e o citrangequat 'Thomasville' apresentaram também variações nos cruzamentos com tangerineira 'Sunki da Flórida' e limoeiro 'Cravo Santa Cruz' nas avaliações de vigor (altura e diâmetro), verificando-se melhor comportamento do 'Indio' e do 'Thomasville' com a 'Sunki da Flórida'. Essa constatação como visto anteriormente, indica que um indivíduo pode apresentar variações no comportamento das progênes a partir dele obtidas a depender do parental com o qual será hibridado.

De acordo com a metodologia proposta por Garcia (1989), os coeficientes de variação foram classificados para a variável diâmetro de planta como médios em 75% das progênes.

**Tabela 6.** Avaliações de vigor diâmetro de *seedlings* híbridos dentro de cruzamentos, em campo. Programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas, BA. 2010 a 2014.

Cruzamentos	Diâmetro <sup>1</sup> (cm)																
	Médias				Médias	IV <sup>2</sup>				CV <sup>3</sup>				AS			
	2010	2011	2013	2014		2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013	2014	2010	2011	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	1,99	3,75	7,51	9,43	5,67 a	0,63–3,33	1,72–5,90	2,40–11,70	2,50–14,40	36,03	28,96	31,78	32,20	-0,03	0,00	-0,28	-0,42
LCRSTC x CTID	1,44	2,62	4,70	6,08	3,71 b	0,28–2,87	0,64–5,18	2,20–9,70	2,60–12,30	39,14	40,68	40,73	44,56	0,58	0,67	0,87	0,82
LCRSTC x CTRS	1,58	2,88	4,83	6,81	4,03 b	0,74–2,44	1,42–4,88	1,70–10,20	2,70–13,20	33,35	34,51	52,81	53,42	-0,13	0,44	0,84	0,72
LCRSTC x THOM	1,54	2,77	4,83	7,05	4,05 b	0,37–2,70	0,75–5,45	2,40–7,90	1,50–11,40	44,32	52,72	49,77	48,18	0,15	0,61	0,32	-0,19
TSKFL x CTSW	1,55	3,00	5,45	7,27	4,32 b	0,43–2,75	0,87–5,90	0,95–11,70	1,00–15,00	32,17	37,11	42,63	41,30	0,28	0,15	0,17	0,20
TSKFL x CTARG	1,67	3,17	6,59	8,93	5,09 a	0,13–3,53	0,77–6,49	2,20–12,60	2,00–16,00	41,95	41,42	41,50	37,44	0,23	0,44	0,30	-0,25
TSKFL x TRBK	2,09	3,67	6,92	8,84	5,38 a	0,89–4,14	1,29–6,36	1,20–11,8	3,10–14,40	29,93	30,08	34,81	32,60	0,69	0,18	-0,37	-0,56
TSKFL x THOM	1,57	3,00	6,82	8,53	4,98 a	0,40–2,50	1,03–5,21	1,50–1,60	1,60–13,40	37,15	37,26	35,44	34,32	0,18	0,09	-0,46	-0,62
TSKFL x CTDI	1,70	2,22	5,00	7,29	4,05 b	0,59–2,36	1,28–3,65	1,50–9,40	2,20–13,30	37,50	34,33	52,30	43,00	1,30	0,71	0,54	0,24

<sup>1</sup>Diâmetro (cm): este medido a 10 cm em relação á superfície do solo; <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação; <sup>3</sup>AS: coeficiente de assimetria. LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami'] *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

## CONCLUSÕES

Os cruzamentos tendo como parental feminino a tangerineira 'Sunki da Flórida', em comparação com aqueles onde o parental feminino foi o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', resultaram em uma maior taxa de vingamento de frutos, em uma menor taxa de mortalidade de híbridos, sendo estes mais vigorosos, o que indica a presença de uma alta frequência de alelos favoráveis nos distintos locos gênicos dessa tangerineira, bem como de uma boa capacidade geral de combinação em cruzamentos, como reflexo do efeito aditivo de genes.

Não houve diferença entre as progênie para as médias de vigor visual, o cruzamento TSKFL x TRBK destacou-se com maior média de altura e os cruzamentos LCRSTC x TSKFL, TSKFL x CTARG, TSKFL x THOM, TSKFL x TRBK apresentaram maiores médias de diâmetro.

## REFERÊNCIAS

BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 2002. 526p.

CARGNELUTTI FILHO, A. STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.17-24, jan. 2007.

CORNÉLIO, M. T. M. N.; FIGUEIRÔA, A. R. S.; SANTOS, K. G. B.; CARVALHO, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; GUERRA, M. Chromosomal relationships among cultivars of *Citrus reticulata* Blanco, its hybrids and related species. **Plant Systematics and Evolution**, Viena, v. 240, p. 149-161, 2003.

GARCIA, C. H. Tabelas para classificação de coeficientes de variação. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (**Circular Técnica, 171**).

MIRANDA, M.; IKEDA, F.; ENDO, T.; MORIGUCHI, T. & OMURA, M. Comparative analysis on the distribution of heterochromatin in *Citrus*, *Poncirus* and *Fortunella* chromosomes. **Chromosome Research** 1997, 5, 86–92.

MORAIS, A. P.; LEMOS, R. R., BRASILEIRO-VIDAL, A. C.; SOARES FILHO, W. dos. S.; GUERRA, M. Chromosomal markers distinguish hybrids and non-hybrid accessions of mandarin. **Cytogenet Genome Res** 119:275–281 2007.

MOREIRA, R. A.; Ramos, D. J.; CRUZ, M. Do C. M. Caracterização de frutos e poliembrionia em sementes de 'Flying Dragon' e de híbridos de porta-enxerto de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Junho, 2010, Vol.32(2), p.486(7).

NASCIMENTO, A. K. S. do; FERNANDES, P. D; SUASSUNA, J. F; OLIVEIRA, A. C. M.; SOUSA, M. S. S.; AZEVEDO; J. G. N. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico NA FASE DE PORTA-ENXERTO. **IV WINOTEC**, Fortaleza, maio 2012.

PASSOS, O. S.; PEIXOUTO, L. S.; SANTOS, L. C.; CALDAS, R. C.; SOARES FILHO, W. S. Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.410-413, 2006.

PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.439-443, 2006.

PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. A. Unidade geoambiental tabuleiro costeiro e o planejamento municipal: o caso de senador Georgino Avelino/RN. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 390-401, 2012.

Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050 – Revisão 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.Org.br/home/estatistica/população/.../2004/metodologia.pdf>>. Acesso em: 23/03/2015.

RAMOS, J. D.; NETO, S. E. De A.; CASTRO, N. E. A.; MARTINS, P. C. C e CORREIA, M. G. Poliembrionia e caracterização de frutos de citrumelo 'Swingle' e de *Poncirus trifoliata*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 88-91, jan./fev., 2006.

RIBEIRO, V. G.; PASQUAL, M, RAMOS, J. D.; BEARZOTI, E. e NETO, S. D'A. Estádios de desenvolvimento embrionário e localização do embrião zigótico em sementes de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.8, p.1327-1333, ago. 1999.

REZENDE, J. de O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI – SPA, 2000. 117p. (**Série Estudos Agrícolas, 1**).

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington v. 30, n. 03, p. 507-512, sept. 1974.

SOARES FILHO, W dos S.; MOREIRA, C. dos S.; CUNHA, M. A. P. da; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S. Poliembrionia e frequência de híbridos em *Citrus* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.35, n.4, pp. 857-864, abril 2000.

SOARES FILHO, W. dos S.; MEDRADO, A. C. dos M.; CUNHA, M. A. P. da; CUNHA SOBRINHO, A. P. da ; PASSOS, O. S. Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de semente versus cultivo in vitro de embriões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Julho 2002, Vol.37(7), pp.981-988 [Periódico revisado por pares].

SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S.; MATTOS, L. A.; QUINTELA, M. P; MATTOS, L. A.; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. da S. Cruzamento em citros: frequência e vigor de híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 29, n. 2, p. 393-398, agosto 2007.

SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C.A. da S.; PASSOS, O.S.; SOUZA, A. da



S.; MATTOS, L. A.; QUINTELA, M. P. Parentais femininos monoembriônico na obtenção de porta-enxerto híbrido de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, March 2008, Vol.30(1), pp.215-218.

SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. da S. **Melhoramento genético**. In: CUNHA SOBRINHO A. P. da; MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, A. da S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. (ed.). Cultura dos citros. Embrapa, Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 61-102, 2013.

SOOST, R. K.; CAMERON, J. W. Citrus: In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed.) Advances in fruit breeding. **West Lafayette: Purdue University Press**, 1975. p. 507-540.

## **CAPÍTULO 2**

### **REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO**

## REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO

Autora: Lizziane Gomes Leal Santana

Orientador: Walter dos Santos Soares Filho

Co-orientadores: Carlos Alberto da Silva Ledo e Abelmon da Silva Gesteira

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de progênies de citros ao estresse hídrico e verificar aquelas que apresentam maior potencial para a geração de híbridos passíveis de serem utilizados como porta-enxerto, principalmente na grande unidade de paisagem de Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro, onde a distribuição das chuvas não satisfaz as necessidades hídricas da citricultura durante todo o ano. Para tanto, o Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura realizou cruzamentos controlados tendo como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' (TSKFL) e como parentais masculinos, além dessa tangerineira, os citrandarins 'Índio' (CTID) e 'Riverside' (CTRS), o citrangequat 'Thomasville' (THOM), o citrumelo 'Swingle' (CTSW), o citrange 'Argentina' (CTARG) e a seleção 'Benecke' de *Poncirus trifoliata* (TRBK). Os híbridos obtidos foram levados a campo em 2008, sob a forma de *seedlings* (pés-francos ou plantas oriundas de sementes) e avaliados, visualmente, no período de 2011 a 2014 para o estresse hídrico e capacidade de aproveitamento da água com base, respectivamente, nos caracteres enrolamento foliar, analisado ao término de períodos de forte estresse hídrico, e emissão de brotações, determinada imediatamente após a ocorrência de chuvas posteriores aos referidos períodos de estresse. As progênies LCRSTC x CTID, LCRSTC x CTRS, TSKFL x CTID e TSKFL x CTARG apresentaram menor sensibilidade ao estresse hídrico e LCRSTC x TSKFL, TSKFL x CTID e TSKFL x CTARG melhor aproveitamento da água.

**Palavras-chave:** estresse hídrico, brotação, progênies.

## REACTION OF CITRUS PROGENIES TO WATER STRESS

Autora: Lizziane Gomes Leal Santana

Orientador: Walter dos Santos Soares Filho

Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo and Abelmon da Silva Gesteira

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the reaction of citrus progenies to water stress and to verify those with the greatest potential for generating hybrids that could be used as rootstocks, mainly in the large Coastal Tablelands landscape unit at the Brazilian Northeast, where the rainfall distribution does not meet the water requirements for citrus production throughout the year. Thus, the Citrus Breeding Program at Embrapa Cassava and Fruits conducted controlled crossings having as female parents the Rangpur lime 'Santa Cruz' (LCRSTC) and the tangerine 'Sunki Florida' (TSKFL) and as male parents, besides that tangerine, the citrandarins 'Indio' (CTID) and 'Riverside' (CTRS), the citrangequat 'Thomasville' (THOM), the Swingle 'Swingle' (CTSW), the citrange 'Argentina' (CTARG) and the selection 'Benecke' from *Poncirus trifoliata* (TRBK). The generated hybrids were taken to the field in 2008 as seedlings (plants grown from seeds, not grafted) and visually evaluated in the period from 2011 to 2014 for water stress and water use capacity on the basis of, respectively, leaf curling, evaluated at the end of periods of intense water stress, and shoot emissions, determined immediately after the occurrence of rains following to those intense stress periods. The progenies LCRSTC x CTID, LCRSTC x CTRS, TSKF x CTID and TSKFL x CTARG were less sensitive to water stress and LCRSTC x TSKFL, TSKFL x CTID and TSKFL x CTARG showed better use of water.

**Keywords:** water stress, shoot emission, progenies.

## INTRODUÇÃO

O recurso água no Nordeste Brasileiro é limitado e a distribuição das chuvas não preenche as necessidades hídricas das culturas durante todo o ano, na maior parte dos Estados, intervindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. E sendo a água um dos principais insumos que limita de maneira mais frequente o rendimento das culturas, ela reduz assim a eficiência do sistema de produção agrícola (AZEVEDO et al., 2005).

A produção dos citros, desde sua implantação à colheita, é submetida a contínuos variados estresses de natureza biótica e abiótica de diferentes intensidades, associados às condições climáticas e edáficas; nos casos de estresses hídricos, estes se relacionam principalmente à presença de água no solo em épocas e quantidades apropriadas (CRUZ, 2003). No Brasil é comum ocorrer deficiência hídrica no solo nas áreas cultivadas com citros, associada a elevados déficits de pressão de vapor, acrescentando as limitações à expressão da produtividade potencial (MEDINA, 1999).

Apesar da grande variabilidade genética presentes nos Bancos Ativos de Germoplasma de citros (BAG-citros) distribuídos no País, a diversificação de genótipos no Brasil não supre a necessidade da cultura, devido à quase predominante combinação copa/porta-enxerto da laranjeira 'Pera' com o limoeiro 'Cravo'. Essa predominante combinação torna vulnerável a produção da cultura, devido ao constante surgimento de doenças como no caso do declínio dos citros que na década de 70 afetou laranjeiras enxertadas pelo limoeiro 'Cravo', além dos fatores abióticos como estresse hídrico devido à distribuição irregular das chuvas durante todo o ano nos Estados brasileiros. O Programa de Melhoramento de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura têm como grande obstáculo à busca de porta-enxerto que além de serem tolerantes/resistentes à doenças, sejam tolerantes à seca, fator que tem levado a baixa produtividade da cultura, principalmente no nordeste brasileiro onde a citricultura encontra-se assentada em Tabuleiros Costeiros.

A utilização de porta-enxerto tolerante ao estresse hídrico na região nordeste, principalmente no semiárido, é de suma importância para a condução de um pomar produtivo durante todo o ano, devido à distribuição irregular das chuvas, o que causa déficit hídrico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de progênies de citros ao estresse hídrico, e verificar quais progênies apresentam potencial para ser utilizada como porta-enxerto na região nordeste, principalmente no semiárido onde a distribuição das chuvas não preenche as necessidades hídricas das culturas durante todo o ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, nas coordenadas geográficas 12°40'19" de latitude sul, 39°06'23" de longitude oeste, na altitude de 226 m, em ambiente representativo da grande unidade de paisagem de Tabuleiros Costeiros. Nesse ambiente foram avaliados híbridos gerados pelo Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, obtidos através de cruzamentos controlados com a finalidade de uso como porta-enxerto. As populações obtidas foram levadas a campo em 2008, tendo como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck, LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka, TSKFL] e como parentais masculinos além dessa última tangerineira, os citrandarins 'Índio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256, CTID) e 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264, CTRS), o citrangequat 'Thomasville' [*Kumquat* 'Oval' ou 'Nagami' *Fortunela margarita* (Lour.) Swingle x citrange 'Willits', THOM], o citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*, CTSW), o citrange 'Argentina' (*C. sinensis* x *P. trifoliata*, CTARG) e a seleção 'Benecke' de *P. trifoliata*, TRBK.

No período de 2011 a 2014, as progênies obtidas a partir desses cruzamentos foram avaliadas com respeito à sua reação ao estresse hídrico, tendo como base o caráter enrolamento foliar, que foi considerado segundo escala de notas apresentada na Figura 1. Em complemento a essas avaliações, as distintas progênies também foram analisadas relativamente ao aproveitamento da água da parte de seus indivíduos. Para tanto, foram realizadas observações sobre a ocorrência de brotações estimuladas após 10 a 15 dias pela incidência de chuvas, imediatamente após os períodos de estresse hídrico verificados ao longo deste estudo, de modo a identificar os

híbridos que mais prontamente emitissem brotações, também considerando a intensidade destas, conforme escala de notas exposta na Figura 2.

As observações de enrolamento foliar foram realizadas tanto nos períodos anuais de maior estresse hídrico (fevereiro e março) como naqueles de precipitações pluviais acentuadas (julho e agosto), de modo a identificar os híbridos, dentro das distintas progênies, que manifestavam enrolamento foliar mesmo na ausência de déficit hídrico, como consequência de característica morfológica foliar própria desses indivíduos. Considerando que neste estudo a reação ao estresse hídrico fundamentou-se nas respostas relativas ao caráter enrolamento foliar, os híbridos que apresentavam a manifestação de enrolamento foliar independentemente da ocorrência ou não de estresse hídrico foram excluídos das avaliações.

Foram calculadas as estatísticas descritivas: média, intervalo de variação (IV), correspondente ao intervalo entre os valores mínimos e máximos observados, coeficiente de variação (CV), dado por  $CV = (\text{desvio-padrão}/\text{média}) \times 100$ , e coeficiente de assimetria de Pearson (AS), dado por  $As = [3 \times (\text{média} - \text{mediana})]/\text{desvio-padrão}$ , além da análise de variância, quando significativas, agrupada pelo teste de Scott-Knott (1954), ( $P < 0.05$ ).

As faixas de classificação dos coeficientes de variação foram baseadas na metodologia proposta por Garcia (1989), em que se utiliza a relação entre a média dos coeficientes de variação e o desvio padrão [baixo ( $CV \leq x - s$ ); médio ( $x - s < CV \leq x + s$ ); alto ( $x + s < CV \leq x + 2s$ ); muito alto ( $CV > x + 2s$ )].



Figura 1 - Escala de notas para avaliação de estresse hídrico (enrolamento foliar). 5 (N) = sem enrolamento foliar; 4 (S-) = folhas levemente enroladas em poucos ramos da planta; 3 (S) = folhas levemente enroladas em todos os ramos das planta; 2 (S+) = Todas as folhas da planta muito enroladas, mas com pouca queda de folhas; 1 (S++) = todas as folhas da planta muito enroladas, com aspecto de secas e com muita queda de folhas.





Figura 2 - Escala de notas para avaliação de emissão de brotações: 1 (SB) - sem brotações, 2 (B<sup>-</sup>) –com brotações em apenas um quadrante da planta, 3 (B) –com brotações em dois a três quadrantes da planta e 4 (B<sup>+</sup>) - com brotações em todos os quadrantes da planta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à taxa de mortalidade dentro dos cruzamentos, houve uma redução na quantidade de híbridos dentro das progênes no decorrer das avaliações (Tabelas 1 e 2).

Progênes de citros avaliadas nos períodos de 2011 a 2014 visualmente para o estresse hídrico observando o enrolamento foliar (EF) e brotação após chuvas (BAC), após de longo período de estiagem, estão apresentadas nas Tabelas 2 e 4.

As progênes onde o parental feminino foi o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', alcançaram maiores médias de enrolamento foliar manifestando menor sensibilidade ao estresse hídrico, observando-se o contrário com as progênes onde o parental feminino foi a tangerineira 'Sunki da Flórida' na qual apresentaram maior enrolamento foliar, com médias inferiores obtendo maior sensibilidade ao estresse hídrico. Segundo Pompeu Júnior (2005), a tangerineira 'Sunki da Flórida' possui menor tolerância à seca do que o limoeiro 'Cravo', dado este confirmado nas avaliações.

CARLOS et al., (1977), verificou que após longos períodos de estiagem no planalto paulista o trifoliata e os citranges, parentais masculinos cruzados com a tangerineira 'Sunki da Flórida', apresentaram desempenho ruim em condição de seca.

Na avaliação de 2013 foi observado a maior sensibilidade ao estresse hídrico dentre as progênes, realizada no mês de março, onde todas as médias de enrolamento foliar foram reduzidas, ou seja, as notas de enrolamento foliar foram mais baixas, sendo mais sensíveis ao estresse hídrico (Tabela 2). As variáveis climáticas estão apresentadas no Gráfico 1.

Os híbridos nas avaliações de 2014, realizada no mês de fevereiro, não sofreram com o déficit hídrico, pois as chuvas dobraram de volume em relação aos anos anteriores, não sendo possível visualizar o enrolamento foliar dessas plantas como nas últimas avaliações.

O citrandarin 'Índio' e o citrangequat 'Thomasville' apresentaram variações nos cruzamentos com tangerineira 'Sunki da Flórida' e limoeiro 'Cravo Santa Cruz' nas avaliações enrolamento foliar, manifestando maior enrolamento quando cruzado com o parental feminino 'Sunki da Flórida', confirmando a

resistência á seca do limoeiro 'Cravo'.

O enrolamento foliar dessas plantas pode ser um indicativo de mecanismo de defesa, onde as folhas fecham seus estômatos para evitar perda de água no período de estresse hídrico. Existem outros mecanismos de defesa, como mudanças na arquitetura da planta, redução do crescimento, antecipação da abscisão de folhas e aumento da densidade de comprimento de raiz (TARDIEU, 2012), o que não pôde ser observado neste trabalho, pois cada planta da população avaliada é única e se fossem avaliadas para densidade de comprimento de raiz perderíamos as mesmas.

As plantas também podem desenvolver mecanismos morfológicos e fisiológicos quando em condições de déficit mediante mutação, que permitam sua sobrevivência como capacidade de enrolamento foliar, redução do tamanho, acúmulo de mucilagem, entre outros (BOSABALIDIS & KOFIDIS, 2002).

Segundo Levitt (1980) o órgão da planta que apresenta melhor resposta às condições ambientais é a folha, pois elas refletem os efeitos do estresse do ambiente.

Nos períodos de avaliação de enrolamento foliar, todas as progênes apresentaram coeficiente de assimetria negativo, com plantas adaptadas ao estresse hídrico em geral superior a média, exceto no ano de 2011 nas progênes LCRSTC x TSKFL e LCRSTC x CTID, em 2012 na LCRSTC x TSKFL, que não apresentaram o coeficiente de assimetria, pois não houve enrolamento foliar das mesmas, ou seja, não sofreram com o déficit hídrico, mostrando-se tolerantes à seca e em 2011 a TSKFL x THOM, que apresentou coeficiente de assimetria nulo, significando que os valores dessa variável distribuíram-se de forma simétrica em relação à média do caráter enrolamento foliar.

Segundo Bussab e Morettin (2002), quanto mais negativo for o valor do coeficiente de assimetria, maior será o número de indivíduos cujo comportamento é superior à média. Dá-se ao contrário em situações onde os valores desse coeficiente são positivos.

De acordo com a metodologia proposta por Garcia (1989), os coeficientes de variação foram classificados para a variável enrolamento foliar

como médio em 83% das progênies.

**TABELA 1** - Cruzamentos, número de híbridos avaliados no período de 2011 a 2014. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Julho 2014.

Cruzamentos	Nº de híbridos			
	2011	2012	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	28	26	23	23
LCRSTC x CTID	15	15	14	14
LCRSTC x CTRS	14	14	14	11
LCRSTC x THOM	13	12	12	11
TSKFL x CTSW	76	74	69	66
TSKFL x CTARG	44	42	41	39
TSKFL x TRBK	50	50	50	50
TSKFL x CTQT	17	17	16	16
TSKFL x CTID	14	14	14	14

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

**Tabela 2:** Avaliações de estresse hídrico (enrolamento foliar) de seedlings híbridos dentro de cruzamentos. Programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas, BA. 2011 a 2014.

Cruzamentos	Enrolamento Foliar																
	Média				IV <sup>1</sup>				CV <sup>2</sup> (%)				AS <sup>3</sup>				
	2011	2012	2013	2014	Médias	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	5,00	4,96	4,05	4,95	4,74 a	5,00-5,00	4,00-5,00	3,00-5,00	4,00-5,00	0,00	0,00	17,40	4,30			-0,07	-4,69
LCRSTC x CTID	5,00	4,93	4,36	5,00	4,82 a	5,00-5,00	4,00-5,00	4,00-5,00	5,00-5,00	0,00	5,23	11,43	0,00		-3,87	0,67	
LCRSTC x CTRS	4,78	4,93	4,71	5,00	4,86 a	3,00-5,00	4,00-5,00	4,00-5,00	5,00-5,00	12,10	5,43	9,94	0,00	-2,80	-3,74	-1,06	
LCRSTC x THOM	4,69	4,83	4,42	5,00	4,74 a	4,00-5,00	4,00-5,00	3,00-5,00	5,00-5,00	10,24	8,05	15,14	0,00	-0,95	-2,05	-0,73	
TSKFL x CTSW	4,65	4,11	3,47	4,62	4,21 b	2,00-5,00	3,00-5,00	2,00-5,00	1,00-5,00	12,97	16,00	20,81	14,58	-1,94	-0,12	-0,02	-2,79
TSKFL x CTARG	4,72	4,15	3,60	4,84	4,33 b	3,00-5,00	2,00-5,00	2,00-5,00	4,00-5,00	11,62	19,11	25,78	7,63	-1,88	-0,59	-0,51	-1,95
TSKFL x TRBK	4,30	3,64	3,46	4,70	4,03 b	3,00-5,00	2,00-5,00	2,00-4,00	4,00-5,00	14,29	15,46	15,68	9,85	-0,27	-0,58	-0,23	-0,90
TSKFL x THOM	4,25	3,87	3,47	4,93	4,13 b	3,00-5,00	2,00-5,00	2,00-5,00	4,00-5,00	13,58	24,71	24,05	5,23	0,00	-0,24	-0,30	-3,87
TSKFL x CTID	4,64	4,28	3,71	4,86	4,37 b	4,00-5,00	2,00-5,00	2,00-5,00	4,00-5,00	10,71	21,32	24,60	7,48	-0,67	-1,37	-0,04	-2,29

<sup>1</sup>IV: intervalo de variação; CV<sup>2</sup>: coeficiente de variação; AS<sup>3</sup>: coeficiente de assimetria; LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Índio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami'] *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

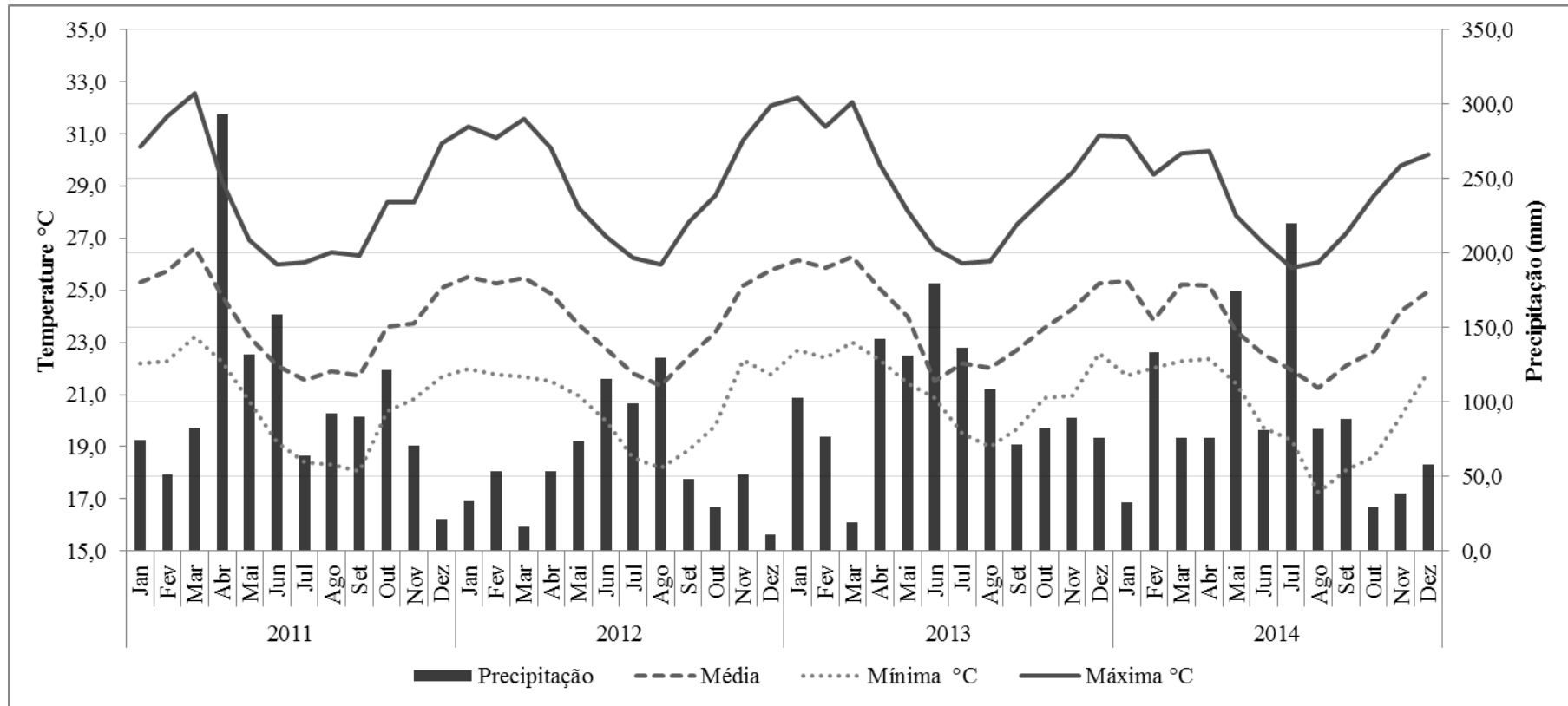


Gráfico 1: Precipitação (mm), temperaturas máxima, média e mínima (°C) dos meses de avaliação do estresse hídrico e emissão de brotação das progênies de citros. Cruz das Almas, BA. 2011 a 2014.

Com relação às brotações, todas as progênes cruzadas com o 'Cravo Santa Cruz' manifestaram menor média de brotação, e as progênes onde o parental feminino foi a 'Sunki da Flórida', se destacaram com maiores médias de brotação. A progênie LCRSTC x TSKFL foi a única que obteve coeficiente de assimetria negativo na avaliação de 2014, indicando que a maioria dos seus indivíduos proporcionou um bom aproveitamento de água, e apresentou valor superior a média para o caráter brotação. Nas demais progênes cruzadas com o 'Cravo Santa Cruz', os coeficientes de assimetria foram positivos, significando que os indivíduos se comportaram abaixo da média do caráter brotação, ou não obtiveram coeficiente de assimetria, pois apresentaram coeficiente de variação nulo não havendo intervalo de variação, ou seja, não houve brotação em nenhum indivíduo dentro da progênie.

Nas progênes cruzadas com a 'Sunki da Flórida', os coeficientes de assimetria foram negativos na TSKFL x TRBK, TSKFL x THOM na avaliação de 2011, TSKFL x TRBK, TSKFL x CTQT e TSKFL x CTID na avaliação de 2012 e TSKFL x CTSW, TSKFL x CTARG e TSKFL x CTID na avaliação de 2014, indicando que os indivíduos desses cruzamentos nos respectivos anos citados apresentaram comportamento superior a média do caráter brotação, sendo que as demais alcançaram coeficiente positivo, demonstrando que os indivíduos se comportaram abaixo da média do caráter o qual estão associados.

Todas as progênes cruzadas com a 'Sunki da Flórida' brotaram em todos os anos de avaliação, não ocorrendo o mesmo com as progênes cruzadas com o 'Cravo Santa Cruz', indicando que as progênes onde o parental feminino foi a 'Sunki da Flórida' obtiveram melhor aproveitamento de água. Apesar dos cruzamentos com o parental feminino limoeiro 'Cravo Santa Cruz' terem se mostrado mais tolerante ao estresse hídrico, os cruzamentos com o parental feminino 'Sunki da Flórida' obtiveram melhor aproveitamento de água, após longos períodos de estiagem.

Pode-se observar também que todas as progênes na avaliação de 2013 apresentaram redução nas médias de brotação, devido ao estresse hídrico que ocorreu no período da avaliação, no mês de março. Os dados climáticos estão apresentados no Gráfico 1.

O citrandarin 'Indio' e o citrangequat 'Thomasville' apresentaram também

variações nos cruzamentos com tangerineira ‘Sunki da Flórida’ e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ nas avaliações de brotação, verificando-se que houve um melhor aproveitamento de água quando o ‘Indio’ e o ‘Thomasville’ foram cruzados com a ‘Sunki da Flórida’.

Segundo Soares et al. (2009), o estímulo às brotações é determinado pela ocorrência de precipitações pluviais anteriores ao período de avaliação.

De acordo com a metodologia proposta por Garcia (1989), os coeficientes de variação foram classificados para a variável brotação como médio em 100% das progênies.

**TABELA 3** - Cruzamentos, número de híbridos avaliados no período de 2011a 2014. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Julho 2014.

Cruzamentos	Nº de híbridos			
	2011	2012	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	36	33	24	24
LCRSTC x CTID	21	21	19	17
LCRSTC x CTRS	17	16	15	11
LCRSTC x THOM	19	16	16	12
TSKFL x CTSW	162	157	142	136
TSKFL x CTARG	50	49	46	45
TSKFL x TRBK	50	50	50	50
TSKFL x THOM	32	30	28	27
TSKFL x CTID	16	15	15	15

LCRSTC: limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) seleção ‘Santa Cruz’; TSKFL: tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção ‘da Flórida’; CTID: citrandarin ‘Indio’ (tangerineira ‘Sunki’ x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção ‘English’ - 63/256); CTRS: citrandarin ‘Riverside’ (tangerineira ‘Sunki’ x *P. trifoliata* seleção ‘English’ - 63/264); THOM: citrangequat ‘Thomasville’ {*kumquat* ‘Oval’ ou [‘Nagami’ *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] ‘Willits’}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) ‘Swingle’; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) ‘Argentina’; TRBK: *P. trifoliata* seleção ‘Benecke’.



**Tabela 4:** Avaliações de brotação após 10 a 15 dias ocorridos as chuvas, de seedlings híbridos dentro de cruzamentos. Programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas - BA. 2011 a 2014.

Cruzamentos	Brotações																
	Média					IV <sup>1</sup>				CV <sup>2</sup> (%)				AS <sup>3</sup>			
	2011	2012	2013	2014	Médias	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
LCRSTC x TSKFL	1,00	1,23	1,50	2,20	1,48 b	1,00-1,00	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-4,00	0,00	52,94	58,97	42,18		2,56	1,23	-0,09
LCRSTC x CTID	1,19	1,00	1,00	1,50	1,17 b	1,00-3,00	1,00-1,00	1,00-1,00	1,00-3,00	50,53	0,00	0,00	40,46	2,97			0,78
LCRSTC x CTRS	1,00	1,00	1,12	2,00	1,28 b	1,00-1,00	1,00-1,00	1,00-3,00	1,00-4,00	0,00	0,00	44,44	40,03			4,00	0,60
LCRSTC x THOM	1,26	1,00	1,00	1,61	1,22 b	1,00-3,00	1,00-1,00	1,00-1,00	1,00-3,00	55,55	0,00	0,00	40,26	2,40			0,57
TSKFL x CTSW	1,43	1,77	1,50	2,47	1,79 a	1,00-3,00	1,00-3,00	1,00-4,00	1,00-4,00	57,70	54,84	61,88	39,67	1,37	0,46	1,42	-0,09
TSKFL x CTARG	1,96	2,04	1,54	2,58	2,03 a	1,00-3,00	1,00-4,00	1,00-4,00	1,00-4,00	51,50	48,41	60,63	39,86	0,08	0,05	1,23	-0,29
TSKFL x TRBK	2,20	2,42	1,48	1,88	2,00 a	1,00-3,00	1,00-4,00	1,00-3,00	1,00-3,00	45,00	40,97	58,30	35,05	-0,42	-0,42	1,25	0,12
TSKFL x THOM	2,26	2,45	1,26	2,23	2,05 a	1,00-3,00	1,00-4,00	1,00-4,00	1,00-4,00	43,25	41,69	60,69	47,96	-0,58	-0,60	2,86	0,35
TSKFL x CTID	1,67	2,40	1,53	2,73	2,08 a	1,00-3,00	1,00-4,00	1,00-3,00	1,00-4,00	58,55	49,30	59,70	46,82	0,79	-0,02	1,18	-0,37

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'); CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

## CONCLUSÃO

Apesar dos cruzamentos com o parental feminino limoeiro 'Cravo Santa Cruz' terem se mostrado mais tolerante ao estresse hídrico, os cruzamentos com o parental feminino 'Sunki da Flórida' obtiveram melhor aproveitamento de água, após longos períodos de estiagem.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. A.; RÊGO, J. L.; D'ÁVILA, J. H. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n.1, p. 9-15, 2005.

BOSBALIDIS, A. M.; KOFIDIS, G. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Science*, Amsterdam, v. 163, n. 2, p. 375-379, 2002.

BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 2002. 526p.

CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. Porta-enxertos para citricultura paulista. Jaboticabal: **FUNEP**, 1997. 47 p. (Boletim Citrícola, 1).

CRUZ, A. C. R. Consumo de água por cultura de citros cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo. 2003. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia) - **Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GARCIA, C. H. Tabelas para classificação de coeficientes de variação. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (**Circular Técnica, 171**).

LEVITT, J. Response of plants to environmental stress: II. Water radiation, salt and other stresses. 2.ed. New York: Academic Press, 1980. 606p.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Eds.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. P. 61-104.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington v. 30, n. 03, p. 507-512, sept. 1974.

SOARES FILHO, W. dos S.; STUCHI, E. S.; LEÃO, H. C. de; SOUZA, A. da S.; COSTA, M. G. C.; LEDO, C. A. da S. Porta-enxertos para laranjeira 'Valência' com potencial de tolerância à seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. O melhoramento e os novos cenários da agricultura: **anais**. Vitória: Incaper, 2009. 1 CD-ROM.

TARDIEU, F. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: Just design the right drought scenario. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 1, p. 25-31, 2012.

## **CAPÍTULO 3**

### **REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO VÍRUS-DA-TRISTEZA-DOS-CITROS (*Citrus tristeza virus* – CTV)**

## REAÇÃO DE PROGÊNIES DE CITROS AO VÍRUS-DA-TRISTEZA-DOS-CITROS (*Citrus tristeza virus* – CTV)

Autora: Lizziane Gomes Leal Santana

Orientador: Walter dos Santos Soares Filho

Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo e Abelmon da Silva Gesteira

Resumo: Diversas doenças influenciam a produção de citros no país, sendo a tristeza, causada pelo vírus-da-tristeza-dos-citros (*Citrus tristeza virus* - CTV), um dos problemas fitossanitários de maior importância para a citricultura. No Brasil, onde o CTV e seu vetor (pulgão-preto) são endêmicos, um dos manejos utilizados é o uso de porta-enxerto resistente/tolerante. Este trabalho teve como objetivo avaliar progênies geradas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir de cruzamentos tendo como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' (TSKFL) e como parentais masculinos, além dessa tangerineira, os citrandarins 'Indio' (CTID) e 'Riverside' (CTRS), o citrangequat 'Thomasville' (THOM), o citrumelo 'Swingle' (CTSW), o citrange 'Argentina' (CTARG) e a seleção 'Benecke' de *Poncirus trifoliata* (TRBK). Os híbridos obtidos foram levados a campo em 2008, sob a forma de *seedlings* (pés-francos ou plantas oriundas de sementes) e avaliados mediante teste sorológico de ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) indireto, RT-PCR (reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa) e presença e intensidade de caneluras, com a finalidade de verificar o potencial das progênies obtidas relativamente à geração de híbridos resistentes/tolerantes ao vírus-da-tristeza-dos-citros. Nenhuma das progênies deu formação a indivíduos intolerantes, destacando-se LCRSTC x TSKFL, LCRSTC x CTRS e LCRSTC x THOM, nas quais 80% de seus indivíduos foram classificados como resistentes ao CTV.

**Palavras-chave:** tolerância à tristeza, canelura, CTV.

## **REACTION OF CITRUS PROGENIES TO CITRUS TRISTEZA VIRUS(*Citrus tristeza virus* - CTV)**

Author: Lizziane Gomes Leal Santana

Adviser: Walter dos Santos Soares Filho

Co-adviser: Carlos Alberto da Silva Ledo and Abelmon da Silva Gesteira

**ABSTRACT:** Several diseases affect citrus production in the country, the Tristeza disease caused by the Citrus Tristeza Virus (CTV), one of the phytosanitary problems of great importance for the citrus industry. In Brazil, where the CTV and its vector (black aphid) are endemic, one of the managements used is the use of resistant / tolerant rootstocks. This work aimed to evaluate progenies generated by the Genetic Improvement Program of Citrus of Embrapa Cassava and Fruits from crosses with female parents as the Rangpur lime Santa Cruz '(LCRSTC) and the ' Sunki Florida ' mandarin (TSKFL) and as male, beyond that mandarin, the citrandarins 'Indio' (CTID) and 'Riverside' (CTRS), the citrangequat 'Thomasville' (THOM), the citrumelo 'Swingle' (CTSW), the citrange 'Argentina' (CTARG) and the 'Benecke' selection *Poncirus trifoliata* (TRBK). The hybrids were taken to the field in 2008, in the form of seedlings (ungrafted plants or plants grown from seeds) and assessed by serological test ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), RT-PCR (reverse transcription polymerase chain reaction) and the presence and intensity of grooves, in order to verify the potential of the progenies obtained for the generation of resistant /tolerant hybrids to the CTV. None of the progenies has generated intolerant individuals, highlighting LCRSTC x TSKFL, LCRSTC x CTRS and LCRSTC x THOM, in which 80% of its individuals were classified as resistant to CTV.

**Keywords:** Tristeza disease tolerance, flute, CTV.

## INTRODUÇÃO

Os citros representam um grupo de fruteiras dos mais importantes para o Brasil, não somente devido ao valor nutritivo dos frutos como, também, o papel socioeconômico que desempenha para a exportação (COELHO et al., 2006).

No entanto a cultura dos citros vem sendo ao longo dos anos afetado pelo surgimento de variadas doenças que vem dizimando milhares de plantas. Dentre as doenças da cultura dos citros, a Tristeza é uma das mais importantes por impor restrições entre a copa e porta-enxerto, além de ter sido responsável por boa parte da destruição dessas plantas.

Na década de 30, a tristeza dos citros foi introduzida na América do Sul via Argentina, chegando ao Brasil uma década depois (MÜLLER, 2005), onde foi rapidamente alastrada de forma semi-persistente pelo afídeo vetor *Toxoptera citricidus* Kirk. (MENEHINI, 1948).

O *Citrus tristeza virus* (CTV) é considerado endêmico na citricultura brasileira, pois suas variantes se encontram presentes em todas as plantas de citros, sendo o manejo utilizado é o uso de porta-enxertos considerados tolerantes, associado á preimunização de variedades de laranjeiras doce, altamente suscetível como a laranjeira 'Pera' (SOUZA e MULLER, 2006; MULLER E COSTA, 1977).

O objetivo deste trabalho foi avaliar progênies de citros gerados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, através do teste sorológico de ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) indireto, RT-PCR (reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa) e presença e intensidade de caneluras de CTV, através da escala de nota elaborada por Meissner Filho et al. (2002), com a finalidade de verificar o potencial das progênies obtidas relativamente à geração de híbridos resistentes/tolerantes ao vírus-da-tristeza-dos-citros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Híbridos de nove progênies gerados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros a partir de cruzamentos controlados instalados em campo

em 2008, estabelecidos como pés-franco e expostos à infecção natural por isolados locais do CTV oriundos de cruzamentos tendo como parentais femininos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck, LCRSTC) e a tangerineira 'Sunki da Flórida' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka, TSKFL] e como parentais masculinos os citrandarins 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus. trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256, CTID) e 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264, CTRS), o citrangequat 'Thomasville' [*Kumquat* 'Oval' ou 'Nagami' *Fortunela margarita* (Lour.) Swingle x citrange 'Willits', THOM], o citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*, CTSW), o citrange 'Argentina' (*C. sinensis* x *P. trifoliata*, CTARG) e a seleção 'Benecke' de *P. trifoliata* (TRBK), foram avaliados para a presença e severidade de caneluras realizada por meio da coleta de dez ramos maduros (roliços, com mais de um ano de formação), com cerca de 20 cm, nos diferentes quadrantes de cada planta híbrida estudada, utilizando uma amostra de 10 plantas por progênie de forma aleatória. Os ramos foram autoclavados durante dez minutos para facilitar a retirada da casca e avaliados por três examinadores usando a escala de notas descrita na Figura 1.

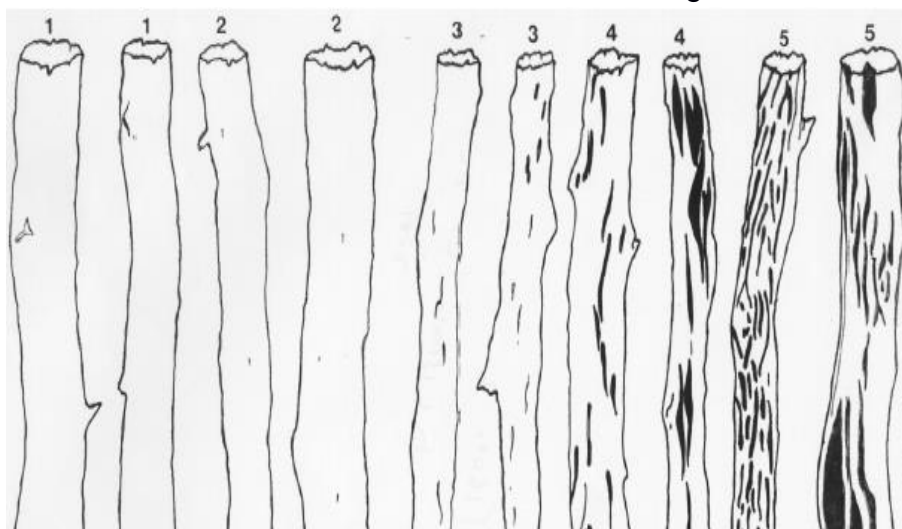


Figura 1. - Escala de notas para avaliação de resistência à tristeza-dos-citros (*Citrus tristeza virus* - CTV.). 1. Ausência de caneluras; 2. Presença de caneluras esparsas; 3. Número intermediário de caneluras; 4. Várias caneluras superficiais ou poucas caneluras profundas; 5. Toda a superfície do ramo coberta por caneluras superficiais ou profundas (MEISSNER FILHO et al., 2002).



A avaliação para a presença do vírus foi realizada por meio do teste de ELISA indireto utilizando o antissoro policlonal contra o CTV diluído em 1:1000. Utilizou-se amostras de casca de ramos novos (verdes, com quinças e menos de um ano de formação), que foram macerados (Figura 2) em tampão carbonato ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,015 M;  $\text{NaHCO}_3$  0,035 M) e diluídas em 1:100 (p/V) em três repetições; o antissoro para CTV e o anti-rabbit IgG – fosfatase alcalina foram diluídos em 1:100 em tampão para diluição do antissoro [PBS-Tween 0,05% ( $\text{NaCl}$  0,14 M;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,0014 M;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0,008 M;  $\text{KCl}$  0,027 M) + 2 % PVP + 0,2 % de albumina de ovo]. Utilizou-se amostras de cascas de ramos de *P. trifoliata* como controle negativo e como positivo amostras de limoeiro ‘Galego’ (*C. aurantiifolia*). A solução elaborada foi colocada em placa de ELISA (Figura 3), utilizando dez repetições do controle negativo e três do positivo. As leituras de absorvância foram realizadas na leitora de placas de ELISA (ELX 800 Universal Microplate Reader), Figura 4, após dez minutos de reação com o tampão substrato (0,87 mg/L de p-nitrofenil fosfato. Para determinar o valor de absorvância limite que permitiu diagnosticar amostras infectadas e sadias, utilizou-se a média do controle negativo, acrescida de três vezes o desvio padrão calculado ( $x + 3s$ ). Assim foram consideradas positivas somente as amostras que apresentaram, pelo menos, uma repetição da leitura de absorvância superior à leitura da média do controle negativo acrescida do desvio padrão de cada teste. As amostras que foram negativas para a presença do CTV via ELISA indireto também foram avaliadas para RT-PCR. A extração de RNA total foi realizada utilizando-se o produto comercial Trizol (Invitrogen), seguindo as recomendações do fabricante e como descrito no produto obtido da PCR foi visualizado por eletroforese em gel de agarose (1%) corado com brometo de etídeo, sendo visualizado e fotografado em transiluminadores UV.(Figura 5)

O comportamento dos híbridos avaliados dentro de progênies foi determinado conforme classificação apresentada por Rodrigues et al. (2010), descrita a seguir: (R) Resistente - ausência de caneluras e de vírus em seus tecidos, (MT) Muito Tolerante - ausência de caneluras e presença do vírus em seus tecidos, (T) Tolerante – nota máxima igual a dois, (I) Intolerante – nota máxima igual a três, (MI) Muito Intolerante – nota máxima igual a quatro, (EI)

Extremamente Intolerante – nota máxima igual a cinco.



Figura 2 - Amostras de casca de ramos novos (verdes, com quinze e menos de um ano de formação), dos híbridos de citros que foram maceradas em tampão carbonato ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,015 M;  $\text{NaHCO}_3$  0,035 M).



Figura 3 – Placa utilizada para realização do teste de ELISA na leitora de placas.



Figura 4: Leitora de placas de ELISA (ELx 800 Universal Microplate Reader).

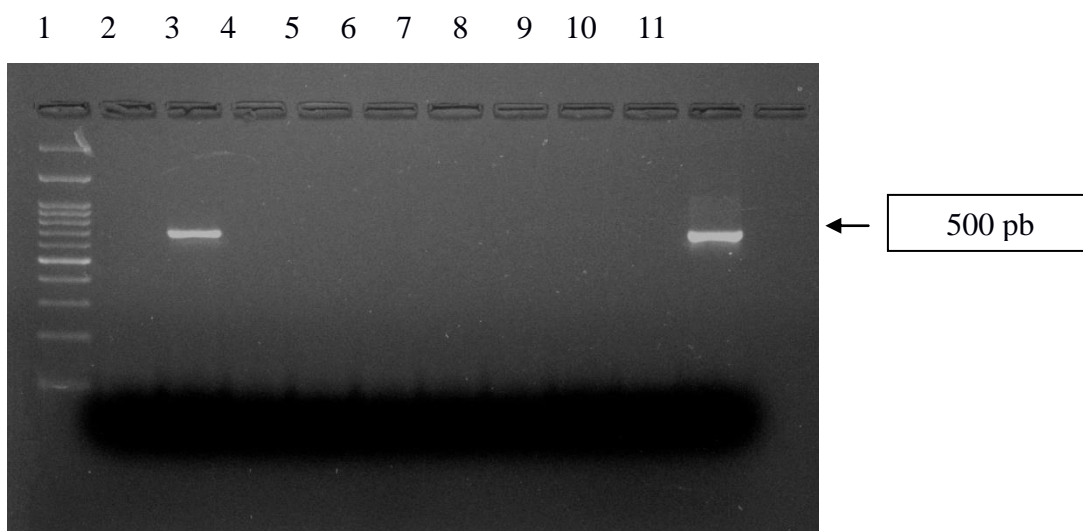


Figura 5: Gel de agarose 1% mostrando os produtos de ampliações para o CTV por RT-PCR, de extratos de RNA total obtido a partir de amostras de: 1. Peso molecular 100pb; 2. *Poncirus trifoliata* (controle negativo); amostras de 3a 10 de híbridos avaliados; 11. Limão *Galego* (controle positivo).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados verificados pelo teste de ELISA indireto e pela escala de notas utilizada na avaliação para intensidade de canelura do CTV estão apresentados na Tabela 1 (anexo). Dos 90 híbridos avaliados 63,3% foram

considerados resistentes, não demonstraram sintomas e nem replicaram o vírus em seus tecidos, 18,9% muito tolerantes, não demonstraram ou demonstraram poucos sintomas de caneluras, porém replicaram o vírus em seus tecidos e 10% tolerantes, demonstraram sintomas iniciais e replicaram o vírus em seus tecidos, devendo ser enfatizado que de 10 ramos avaliados geralmente 1 ramo apresentou sintoma de caneluras.

Sendo o *Citrus tristeza virus* (CTV) considerado endêmico na citricultura brasileira, o primeiro teste no qual um porta-enxerto que tenha potencial precisa ser aprovado é o da tolerância a tristeza (MÜLLER et al, 2005). Segundo Pio (2005), esta é a característica precedente que deve ser avaliada, antes de outras como estresse hídrico, resistência/tolerância à salinidade, e outras doenças como a morte súbita dos citros, declínio e Phytophthora.

Dentre os híbridos avaliados foram considerados como resistentes: LCRSTC x TSKFL – 17, 22, 24, 25, 48,56, 61, 62 e 68, LCRSTC x CTID – 10, 11, 12, 21, 25 e 32, LCRSTC x CTRS – 2, 4, 9, 18, 20, 24, 26 e 27, LCRSTC x THOM 1439 – 44, 46, 50, 52, 55, 56, 63, e 66, TSKFL x CTSW – 6, 7, 32, 63 e 64, TSKFL x CTARG – 106, 129,132, 136, 138 e 140, TSKFL x TRBK – 020, 29, 35, 38, 46, 55, TSKFL x THOM – 179, 181, 185, 195, 200, 203 , TSKFL x CTDI – 1, 9, 16 e 17.

Os híbridos LCRSTC x CTID – 5, LCRSTC x CTID – 17, LCRSTC x CTRS – 10, TSKFL x TRBK – 014 e TSKFL x TRBK – 53, apesar de apresentarem *P. trifoliata* nos cruzamentos, mostraram-se positivos para a presença de CTV no teste sorológico e apresentaram poucas caneluras, podendo serem considerados tolerantes ao vírus. Segundo Forner ; Forner-Giner (2002), a ocorrência de híbridos sensíveis de *P. trifoliata* é possível, já que os híbridos de *P. trifoliata* podem ser tolerantes ou não à tristeza.

Para os resultados dos híbridos LCRSTC x CTID – 23 LCRSTC x THOM – 54, LCRSTC x THOM – 43, TSKFL x CTARG – 128, TSKFL x CTARG – 143, TSKFL x TRBK – 016, TSKFL x TRBK – 024, foram observadas algumas incongruências, já que não foi verificado a presença do vírus nos seus tecidos, mas apresentaram sintomas em pelo menos um dos dez ramos avaliados na leitura de caneluras. Por esse motivo foi realizado novos teste de ELISA e da RT-PCR confirmando resultados anteriores. Esse resultado nos leva a

considerar a possibilidade de que esses indivíduos multipliquem o vírus em baixas concentrações impedindo sua detecção e que as caneluras presentes nesses ramos avaliados não são causadas pela infecção do CTV, mas por algum agente desconhecido, por alguma desordem fisiológica, ou simplesmente decorrerem da própria morfologia dos ramos. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2010).

Nas avaliações da leitura de caneluras, 90% das progênies avaliadas apresentaram nota 1, ou seja, ausência de caneluras nos ramos avaliados (sem sintomas de CTV), (Tabela 1).

Observou-se nos cruzamentos avaliados que a maioria das progênies apresentou de 60% a 80% de seus híbridos resistentes ao CTV (Tabela 2), ou seja, ausência de caneluras e do vírus em seus tecidos. Confirmando o que foi relatado por Müller (1976), que os parentais limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Sunki', citranges e *P. trifoliata* utilizados nos cruzamentos dos híbridos avaliados, são considerados tolerantes ou imunes/resistentes ao CTV.

**Tabela 1** -Cruzamentos, maior nota detectada na leitura de caneluras (%). Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Março 2015.

Cruzamentos	Maior nota detectada na leitura de caneluras (%)	
	Nota 1 (%)	Nota 2 (%)
LCRSTC x TSKFL	100	0
LCRSTC x CTID	80	20
LCRSTC x CTRS	90	10
LCRSTC x THOM	80	20
TSKFL x CTSW	80	0
TSKFL x CTARG	80	20
TSKFL x TRBK	80	20
TSKFL x THOM	90	10
TSKFL x CTID	80	20

LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Índio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção

'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

**Tabela 2** -Cruzamentos, classificação dos híbridos. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Cruz das Almas-BA. Março 2015.

Cruzamentos	Classificação dos híbridos (%)			
	R <sup>1</sup> (%)	MT <sup>2</sup> (%)	T <sup>3</sup> (%)	? <sup>4</sup> (%)
LCRSTC x TSKFL	80	20	0	0
LCRSTC x CTID	60	10	20	10
LCRSTC x CTRS	80	10	10	0
LCRSTC x THOM	80	0	0	20
TSKFL x CTSW	50	30	20	0
TSKFL x CTARG	60	20	0	20
TSKFL x TRBK	60	0	20	20
TSKFL x THOM	60	30	10	0
TSKFL x CTID	40	40	20	0

<sup>1</sup>R - Resistente, <sup>2</sup>MT – Muito tolerante, <sup>3</sup>T – Tolerante e <sup>4</sup>? – Incongruentes. LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Indio' (tangerineira 'Sunki' x *Poncirus tritoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. tritoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.

Nenhuma das progênies avaliadas foi classificada como intolerante, provavelmente devido ao clima da região que é quente, pois apesar do vírus-da-tristeza-dos-citros ser endêmico no Brasil (MÜLLER et al, 2005), segundo Molinari e Carvalho (2008) existe uma interação entre o clima e o CTV, verificando-se que o referido complexo viral encontra melhor desenvolvimento, e conseqüentemente causa maiores danos às plantas, sob temperaturas mais amenas, como observado normalmente na Região Sul do Estado de São

Paulo. Relativamente os indivíduos que apresentam melhor comportamento frente ao CTV têm-se um indicativo de seu potencial de uso como porta-enxerto, havendo necessidade de realizar avaliações mais pormenorizadas desses materiais, incluindo sua enxertia com variedades copa comerciais, de modo a se obter resultados mais consistentes e a partir de então ser possível indicar futuras variedades porta-enxerto.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que nenhuma das progênies avaliadas foi classificada como intolerante ao *Citrus tristeza virus*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os resultados obtidos, verificou-se que a tangerineira 'Sunki da Flórida', em comparação com o limoeiro Cravo Santa Cruz', como parentais femininos, foi superior em todas as avaliações realizadas, relativamente às taxas de vingamento de frutos e de mortalidade de plantas, bem como de vigor de híbridos (visual, altura e diâmetro), sugerindo a presença de uma alta frequência de alelos favoráveis (capacidade geral de combinação) em seus distintos locos gênicos, induzindo a formação de gametas, tanto masculinos como femininos, que levaram a essas respostas.

De um modo geral, as progênies tendo como parental feminino o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' apresentaram maior tendência de geração de indivíduos tolerantes à seca. Entretanto, aquelas onde o parental feminino foi a tangerineira 'Sunki da Flórida' deram formação a híbridos que manifestaram um melhor aproveitamento da água, segundo o comportamento da emissão de brotações após longos períodos de estiagem.

Com relação à reação das progênies ao vírus-da-tristeza-dos-citros, todas apresentaram bom comportamento, haja vista a geração de indivíduos que não manifestaram intolerância ao CTV.

Com base no conjunto de observações realizadas, tem-se que todas as

progênies estudadas têm capacidade de geração de indivíduos promissores sob o ponto de vista de sua utilização como variedades porta-enxerto.

## REFERÊNCIAS

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A., Simões, W. L.; Coelho, Y. S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Laranja**, v. 27, n. 2, p. 297-320, 2006.<[http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes\\_revista&edicao=15](http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes_revista&edicao=15)>. 01 abril. 2014.

FORNER, J. B.; FORNER-GINER, M. A. Programa de melhoramento de porta-enxertos cítricos na Espanha. In: DONADIO, L. C.; STUCHI, E.S. (Ed.). In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS**, 7., Bebedouro: EECB, 2002. p.82-95.

MENEGHINI, M. Experiências de transmissão da doença “tristeza” dos citros pelo pulgão preto da laranjeira. **O Biológico**, São Paulo, n.14, p.115 – 118, 1948.

MEISSNER FILHO, P. E. , SOARES FILHO,W. DOS S. ; VELAME, K. V. C.; DIAMANTINO, E. P. e DIAMANTINO, M. S. A. S. Reação de porta-enxertos híbridosao Citrus tristeza virus. **Fitopatologia.Brasileira**. 27(3), maio - jun 2002.

MOLINARI, R. P.; CARVALHO, S.A. Efeito do clima e da pré-imunização para a Tristeza dos citros no crescimento, produção e qualidade de frutos de laranja ‘Pêra Bianchi’. **Anais do II Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC**, Campinas-SP, 2008.

MÜLLER, G.W. A tristeza dos citros. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, v.2, p.245-263, 1976.

MÜLLER, G. W. e COSTA, A. S. Tristeza control in Brazil by preimmunization



with mild strains. In: Congress International **Society of Citriculture**, Orlando, USA, 1977. Proceedings. IOCV, v. 3, 1977.p. 867-8.

MÜLLER, G. W., TARGON, M. L. P. N., CARVALHO, S. A., SOUZA, A. A.; RODRIGUES, J. C. V. Doenças de citros causadas por vírus e viróides. *In* Mattos Jr., D., De Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu, J. (eds.) **Citros**. Campinas, Instituto Agronômico e Fundag. p.569-604, 2005.

PIO, RAFAEL. Propagação de híbridos somáticos de citros e reação à infecção por phythophtora nicotianae e vírus da Tristeza dos citros. Piracicaba, 2005. 144p. (**Tese de doutorado**).

RODRIGUES, A. S.; BARBOSA, C. de J.; SOARES FIHO, W. dos S. e ASTÚA, J. F. Comportamento de porta-enxertos híbridos de citros em relação à infecção natural pelo vírus da Tristeza. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Dezembro, 2010.

SOUZA, A. A e MÜLLER, G. W .A. Premunização no controle da tristeza dos citros. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.27, n.1, p.57-70, 2006.

## ANEXO

**Tabela 1.** Avaliação para presença e intensidade de caneluras de CTV e classificação dos híbridos em relação ao comportamento frente à infecção por CTV.

Híbridos	Deteção do CTV via ELISA indireto RT – PCR	Maior nota detectada na leitura de canelura	Classificação dos híbridos <sup>1</sup>
LCRSTC x TSKFL – 002	+	1	MT
LCRSTC x TSKFL – 017	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 022	+	1	MT
LCRSTC x TSKFL – 024	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 025	-	1	R

LCRSTC x TSKFL – 048	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 056	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 061	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 062	-	1	R
LCRSTC x TSKFL – 068	-	1	R
LCRSTC x CTID – 005	+	2	T
LCRSTC x CTID – 010	-	1	R
LCRSTC x CTID – 011	-	1	R
LCRSTC x CTID – 012	-	1	R
LCRSTC x CTID – 017	+	2	T
LCRSTC x CTID – 021	-	1	R
LCRSTC x CTID – 023	-	2	(?)
LCRSTC x CTID – 025	-	1	R
LCRSTC x CTID – 027	+	1	MT
LCRSTC x CTID – 032	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 002	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 004	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 009	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 010	+	2	T
LCRSTC x CTRS – 011	+	1	MT
LCRSTC x CTRS – 018	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 020	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 024	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 026	-	1	R
LCRSTC x CTRS – 027	-	1	R
LCRSTC x THOM – 043	-	2	(?)
LCRSTC x THOM – 044	-	1	R
LCRSTC x THOM – 046	-	1	R
LCRSTC x THOM – 050	-	1	R
LCRSTC x THOM – 052	-	1	R
LCRSTC x THOM – 054	-	2	(?)
LCRSTC x THOM – 055	-	1	R
LCRSTC x THOM – 056	-	1	R
LCRSTC x THOM – 063	-	1	R
LCRSTC x THOM – 066	-	1	R
TSKFL x CTSW – 003	+	2	T
TSKFL x CTSW – 006	-	1	R
TSKFL x CTSW – 007	-	1	R
TSKFL x CTSW – 032	-	1	R
TSKFL x CTSW – 042	+	1	MT
TSKFL x CTSW – 052	+	1	MT
TSKFL x CTSW – 063	-	1	R
TSKFL x CTSW – 064	-	1	R
TSKFL x CTSW – 118	+	1	MT
TSKFL x CTSW – 160	+	2	T

TSKFL x CTARG – 103	+	1	MT
TSKFL x CTARG – 106	-	1	R
TSKFL x CTARG – 108	+	1	MT
TSKFL x CTARG – 128	-	2	(?)
TSKFL x CTARG – 129	-	1	R
TSKFL x CTARG – 132	-	1	R
TSKFL x CTARG – 136	-	1	R
TSKFL x CTARG – 138	-	1	R
TSKFL x CTARG – 140	-	1	R
TSKFL x CTARG – 143	-	2	(?)
TSKFL x TRBK – 014	+	2	T
TSKFL x TRBK – 016	-	2	(?)
TSKFL x TRBK – 020	-	1	R
TSKFL x TRBK – 024	-	2	(?)
TSKFL x TRBK – 029	-	1	R
TSKFL x TRBK – 035	-	1	R
TSKFL x TRBK – 038	-	1	R
TSKFL x TRBK – 046	-	1	R
TSKFL x TRBK – 053	+	2	T
TSKFL x TRBK – 055	-	1	R
TSKFL x THOM – 179	-	1	R
TSKFL x THOM – 181	-	1	R
TSKFL x THOM – 185	-	1	R
TSKFL x THOM – 208	+	2	T
TSKFL x THOM – 186	+	1	MT
TSKFL x THOM – 190	+	1	MT
TSKFL x THOM – 195	-	1	R
TSKFL x THOM – 200	-	1	R
TSKFL x THOM – 203	-	1	R
TSKFL x THOM – 212	+	1	MT
TSKFL x CTDI – 001	-	1	R
TSKFL x CTDI – 004	+	1	MT
TSKFL x CTDI – 005	+	1	MT
TSKFL x CTDI – 006	+	1	MT
TSKFL x CTDI – 008	+	2	T
TSKFL x CTDI – 009	-	1	R
TSKFL x CTDI – 011	+	2	T
TSKFL x CTDI – 012	+	1	MT
TSKFL x CTDI – 016	-	1	R
TSKFL x CTDI – 017	-	1	R

<sup>1</sup>R: Resistente; MT: Muito Tolerante; T: Tolerante; I: Intolerante; MI: Muito Intolerante; EI: Extremamente Intolerante; (?) Resultados incongruentes. LCRSTC: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) seleção 'Santa Cruz'; TSKFL: tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTID: citrandarin 'Índio' (tangerineira

'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 63/256); CTRS: citrandarin 'Riverside' (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 63/264); THOM: citrangequat 'Thomasville' {*kumquat* 'Oval' ou ['Nagami' *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle] x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] 'Willits'}; CTSW: citrumelo (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) 'Swingle'; CTARG: citrange (*C. sinenses* x *P. trifoliata*) 'Argentina'; TRBK: *P. trifoliata* seleção 'Benecke'.