ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE PORTA-ENXERTOS PARA
LARANJA 'NATAL' *Citrus sinensis* (L.) OSBECK NAS
CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DO RECÔNCAVO BAIANO

WALTER DOS SANTOS SOARES FILHO

Orientador : JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1984

Aos meus pais,
pelo carinho e orientação de sempre,

OFEREÇO

à minha esposa,
pelo companheirismo de
todas as horas,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. *José Branco de Miranda Filho*, pela orientação segura;
- ao Prof. *Natal Antônio Vello*, pela sugestão deste estudo;
- ao amigo e companheiro *Almir Pinto da Cunha Sobrinho*, pelo apoio e colaboração;
- ao *Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura*, da EMBRAPA, pela oportunidade de realização do curso e pela cessão dos dados;
- aos professores do *Curso de Genética e Melhoramento de Plantas*, pelos ensinamentos ministrados;
- ao colega *Antonio Carlos de Oliveira*, pelo auxílio na área de estatística;
- à prima *Dirce Pestana Soares*, pelas correções relativas ao português do texto;
- aos professores *Lázaro José Chaves e Isaías Olívio Geraldi*, pelas colaborações;
- à Sr^a *Sônia Novaes Rasesa*, pelos serviços datilográficos;
- aos demais que, embora não mencionados, contribuíram para a realização deste trabalho;

os meus agradecimentos.

ÍNDICE

	página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O papel do porta-enxerto na citricultura	3
2.1.1. Influência do porta-enxerto sobre a produtividade	4
2.1.2. Influência do porta-enxerto sobre o vigor	7
2.1.3. Influência do porta-enxerto sobre a qualidade dos frutos	10
2.2. Estabilidade fenotípica	13
2.2.1. Aspectos gerais	13
2.2.2. Métodos utilizados na avaliação da estabilidade fenotípica	17
2.2.3. Estabilidade fenotípica e produção agrícola	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. Material botânico	29
3.2. Local do experimento	29
3.3. Clima e solo	30
3.4. Plano experimental	30
3.5. Análises estatísticas	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Produção de frutos	41
4.2. Vigor das combinações copa/porta-enxerto	52
4.3. Qualidade dos frutos	58
4.4. Considerações gerais	82
5. CONCLUSÕES	84
6. LITERATURA CITADA	88
GLOSSÁRIO	100
ANEXO	103
APÊNDICE	108

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		página
1	Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, considerando <u>N</u> porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em <u>J</u> repetições e <u>K</u> anos	33
2	Análise da variância fornecendo as respostas linear e não linear de <u>N</u> porta-enxertos, estudados em <u>J</u> repetições e <u>K</u> anos (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966)	35
3	Esperanças das somas de quadrados e dos quadrados médios de anos dentro de porta-enxertos e do resíduo combinado, entre outras fontes de variação, relacionadas à análise da estabilidade fenotípica (Tabela 2)	37
4	Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa à produção média de frutos, em kg/planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e onze anos no Reconcavo Baiano	43

Tabela nº

página

5	Análise da variância da produção média de frutos, em kg por planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966)	45
6	Produções médias de frutos, coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano ...	47
7	Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa a dados médios de circunferência da copa (m), altura da planta (m) e diâmetro do tronco (cm), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e cinco anos no Recôncavo Baiano	53
8	Análise da variância de dados médios de circunferência da copa (m), altura da planta (m) e diâmetro do tronco (cm), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966)	55

9	Valores médios ($\bar{X}$) de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, com os respectivos coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	56
10	Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa a dados médios de peso (g), altura (cm), diâmetro (cm), espessura da casca (mm), suco (%), acidez total (%), sólidos solúveis ($^{\circ}$ brix) e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e cinco anos no Recôncavo Baiano	63
11	Análise da variância de dados médios de peso (g), altura (cm), diâmetro (cm), espessura da casca (mm), suco (%), acidez total (%), sólidos solúveis ($^{\circ}$ brix) e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966)	65

12	Valores médios ($\bar{X}$) de peso, altura, diâmetro, espessura da casca, suco, acidez total, sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, com os respectivos coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	68
A.1.	Produções médias de frutos (kg/planta), <u>í</u> ndices anuais (I_k) e estimativas de α_i e $(1 + \beta_k)$, relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e onze anos	104
A.2.	Valores médios de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, com os respectivos <u>í</u> ndices anuais (I_k), relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e cinco anos	105
A.3.	Valores médios de peso, altura, diâmetro, espessura da casca, suco, acidez total, sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, com os respectivos <u>í</u> ndices anuais (I_k), relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, <u>con</u> siderando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e cinco anos	106

Tabela nº

página

Ap.1.	Dados climáticos relativos a temperatura (T°C, média mensal), umidade relativa do ar (UR%, média mensal) e precipitação plu <u>v</u> ial (PPmm), correspondentes aos anos estudados, tomados em Cruz das Almas-BA	109
-------	---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura nº		página
1	Regressão linear da produção média de frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano	49
2	Relação entre produção média de frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano	49
3	Regressão linear da circunferência média da copa, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	59
4	Relação entre circunferência média da copa e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	59
5	Regressão linear da altura média da planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	60
6	Relação entre altura média da planta e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	60

Figura nº

página

7	Regressão linear do diâmetro médio do tronco, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	61
8	Relação entre diâmetro médio do tronco e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	61
9	Regressão linear do peso médio dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	74
10	Relação entre peso médio dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	74
11	Regressão linear da altura média dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	75
12	Relação entre altura média dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	75

13	Regressão linear do diâmetro médio dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	76
14	Relação entre diâmetro médio dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	76
15	Regressão linear da espessura média da casca dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano ..	77
16	Relação entre espessura média da casca dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	77
17	Regressão linear da porcentagem média de suco dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	78
18	Relação entre porcentagem média de suco dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	78

19	Regressão linear da porcentagem média de acidez total dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	79
20	Relação entre porcentagem média de acidez total dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano ..	79
21	Regressão linear do teor médio de sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	80
22	Relação entre teor médio de sólidos solúveis dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano ..	80
23	Regressão linear da relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	81

Figura nº

página

24	Relação entre relação acidez/sólidos solúveis dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano	81
----	--	----

ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE PORTA-ENXERTOS PARA
LARANJA 'NATAL' *Citrus sinensis* (L.) Osbeck NAS
CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DO RECÔNCAVO BAIANO

Autor: Walter dos Santos Soares Filho

Orientador: Prof. Dr. José Branco de Miranda FQ

RESUMO

Combinações de laranja 'Natal' com cinco porta-enxertos, a saber, limões 'Cravo', 'Rugoso FM' e 'Rugoso da Flórida', laranja 'Caipira' e tangerina 'Dancy', foram submetidas a um estudo da estabilidade fenotípica relativo à produção de frutos, vigor da copa e qualidade dos frutos, utilizando-se, para tanto, de metodologia proposta por EBERHART e RUSSEL (1966). Os dados de produção de frutos, além disso, foram analisados através de um modelo não-linear, sugerido por VENCOVSKY e GERALDI (1977). O experimento foi instalado no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - CNPMF, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizado no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, tendo-se em vista que as observações se deram nas mesmas parcelas ao longo de anos sucessivos. O estudo compreendeu a maior parte do período de vida útil do pomar experimental, cuja duração, sob condições tropicais, está em torno de 20 anos.

A produção de frutos, assim como as características de vigor da copa e qualidade dos frutos, apresentaram relações predominantemente lineares frente às variações ecológicas anuais. Muito embora a interação porta-enxertos

x anos tenha sido explicada por efeitos de caráter principalmente aditivos, efeitos multiplicativos também se fizeram presentes na ação das variações anuais sobre o comportamento da produção das combinações cítricas avaliadas.

Os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM' destacaram-se pelo elevado vigor e produtividade que induziram às copas, relacionando-se a coeficientes de regressão linear numericamente superiores a 1,0, relativamente às citadas variáveis. Manifestaram respostas previsíveis no que tange à maioria dos caracteres analisados, constituindo exceções o teor de sólidos solúveis e a porcentagem de suco dos frutos, respectivamente para o primeiro e segundo porta-enxertos mencionados. Com base em um exame global das características estudadas, pode-se concluir que esses "cavalos", no conjunto considerado, foram os que apresentaram melhor comportamento em combinação com a laranja 'Natal'.

O limão 'Cravo', porta-enxerto atualmente mais empregado na citricultura brasileira, mostrou-se inadequado ao suporte de copas da referida laranja doce, face à imprevisibilidade do seu comportamento no tocante à produção de frutos, circunferência da copa e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, a par de níveis de produtividade inferiores aos constatados para os limões rugosos anteriormente citados, considerando-se as condições do ensaio. Situação semelhante foi verificada para a laranja 'Caipira', exceção feita à previsibilidade de suas respostas concernentes à relação acidez/sólidos solúveis dos frutos. A tangerina 'Dancy', apesar de ter apresentado comportamento previsível para a totalidade das características avaliadas, determinou as mais baixas produções de frutos, sendo, portanto, contra-indicada como porta-enxerto para a laranja 'Natal'.

PHENOTYPIC STABILITY OF ROOTSTOCKS FOR 'NATAL' SWEET ORANGE
Citrus sinensis (L.) Osbeck AT THE ECOLOGICAL
CONDITIONS OF "RECÔNCAVO BAIANO"

Author: Walter dos Santos Soares Filho

Adviser: Prof.Dr. José Branco de Miranda Fº

SUMMARY

A research was carried out with 'Natal' sweet orange on five different rootstocks, that are, 'Rangpur' lemon, 'FM Rough' lemon, 'Florida Rough' lemon, 'Caipira' sweet orange, and 'Dancy' mandarin. The study focused the phenotypic stability of these citrus cultivars with regard to the productivity, vigor, and fruit quality, based on EBERHART'S and RUSSEL'S (1966) methodology. The fruit production data also were analyzed by a non-linear model as suggested by VENCOVSKY and GERALDI (1977) for the study of genotype-environment interaction. The experiment was carried out in the "Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - CNPMF", of the "Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA", located in Cruz das Almas, "Recôncavo Baiano", Brazil (12°40'39" south latitude, 39°6'23" west longitude, and 225 meters of altitude). It was used a randomized block design with split-plot in time, considering that the observations were taken on the same plots during different years. The study comprised almost all of the orchard's life span, whose duration under tropical conditions is about 20 years.

The fruit production, besides the vigor's and fruit quality's characteristics, presented responses

predominantly linear to year variations. In spite of the fact that the genotype-environment interaction was explained primarily by additive effects, the multiplicative model also showed some fitness to the year variations upon the fruit production.

The 'Florida Rough' lemon and 'FM Rough' lemon induced the best vigor and productivity to the trees, as verified through linear regression coefficients greater than 1.0, concerning to these characteristics. They manifested yet predictable responses to most of the variables analyzed, exceptions due to soluble solids and juice fruit quantities, regard to the first and second rootstocks, respectively. In general terms, these rough lemons can be considered, in the group of genotypes investigated, the best rootstocks for 'Natal' sweet orange at the ecological conditions of "Recôncavo Baiano".

The 'Rangpur' lemon, principal rootstock in the Brazilian citrus industry, presented inadequate behavior in combination with 'Natal' sweet orange, considering its unpredictable responses in respect of fruit production, tree circumference and acid/soluble solids ratio of fruits, as well as inferior productivity in relation to the rough lemons included in this study. Similar behavior was verified to 'Caipira' sweet orange, except its predictable response regard to acid/soluble solids ratio of fruits. The 'Dancy' mandarin, by this time, in spite of its predictable behavior with relation to all characteristics analyzed, was the rootstock that induced the lowest productivity to the citrus trees.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições edafo-climáticas que viabilizam a citricultura em toda sua extensão territorial, conforme se verifica pelo estabelecimento de uma inigualável população de plantas cítricas, superior a 150 milhões de árvores, com produção global ao redor de 8 milhões de toneladas de frutos anuais e distribuição abrangendo uma área estimada em 600 mil hectares (SALIBE, 1978; MOREIRA, 1980), conferindo-lhe a expressiva posição de segundo maior produtor mundial de citros, logo após os Estados Unidos, e de primeiro produtor e exportador de suco concentrado de laranja. Esse acentuado crescimento teve como estímulo principal o processamento industrial da fruta, especialmente no Estado de São Paulo, que detém cerca de 80% da produção nacional e industrializa aproximadamente 75% de sua safra (AMARO, 1982).

Por se tratar de uma cultura perene, sujeita, portanto, aos efeitos determinados por variações ambientais ao longo de diversos anos de cultivo, a identificação de combinações copa/porta-enxerto superiores e de comportamento estável constitui objetivo de grande interesse. Com base no exposto, o presente trabalho teve por finalidade avaliar a

estabilidade fenotípica de copas de laranja 'Natal' em combinação com diferentes porta-enxertos, no que diz respeito às características de produção, vigor e qualidade dos frutos, utilizando-se, para tanto, de metodologia proposta por EBERHART e RUSSEL (1966). Espera-se, com isso, oferecer informações que possam servir de subsídio à identificação de materiais elite em citros, assim como em outras culturas semelhantes, particularmente naquelas perenes e de propagação vegetativa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O papel do porta-enxerto na citricultura

A propagação dos citros é normalmente feita através da enxertia, pois as plantas obtidas a partir de sementes resultam em árvores que exigem de 6 a 8 anos para o desenvolvimento dos primeiros frutos, e alguns anos mais para a produção das primeiras safras comerciais (CUNHA Sobrinho *et alii*, 1980). Afora a precocidade de produção, diversas outras características apresentadas pela copa podem ser modificadas pelo "cavalo" ou porta-enxerto, a saber: produtividade, vigor, qualidade e conservação da fruta pós-colheita, transpiração, fertilidade do pólen, composição orgânica e inorgânica das folhas e frutas, capacidade de absorção, síntese e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca, à geada, às pragas e às doenças. Tais características são determinadas por interações específicas entre a copa e o porta-enxerto, manifestando-se através de alterações morfológicas e fisiológicas (SALIBE, 1978). Em vista disso, torna-se fácil depreender que o porta-enxerto ocupa posição de grande relevo na citricultura, o que motivou a realização de inúmeros estudos relativos aos efeitos resultantes de interações entre copas e porta-enxertos. Dentre

essas pesquisas procuraremos abordar, contudo, somente aquelas relacionadas à produtividade, vigor e qualidade dos frutos, que constituem aspectos de maior interesse no presente trabalho. Para esclarecimentos sobre a nomenclatura científica, bem como sobre o significado da terminologia empregada na designação de tipos híbridos, relativos aos materiais cítricos apresentados no texto, consultar glossário (pág.101).

2.1.1. Influência do porta-enxerto sobre a produtividade

A influência do porta-enxerto sobre a produtividade da copa cítrica é um fato incontestado, haja visto que a produção econômica dos citros depende grandemente da escolha de combinações adequadas. FIGUEIREDO *et alii* (1981), estudando dez porta-enxertos para copa de laranja 'Barão', verificaram que as plantas enxertadas sobre tangelo 'Orlando' e tangerina 'Sunki' apresentaram maior número de frutos que aquelas enxertadas sobre limão 'Rugoso Nacional' e *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., manifestando as combinações com este último, porém, as maiores produções por unidade de volume de copa. DORNELLES (1981) citou que, dentre vinte e cinco combinações para a 'Mexerica do Rio', maiores produtividades foram induzidas, em ordem decrescente, pelos limoeiros 'Cravo', seleção Taquaritinga, 'Rugoso da Flórida' e 'Volkameriano', enquanto que o citrandarin 310 e o citrange C-14² determinaram baixa produtividade às plantas. Copas de limão 'Feminello', seleção Santa Teresa, apresentaram produções ligeiramente superiores em combinações com limão 'Cravo', em relação às aquelas nas quais as copas estavam enxertadas sobre seleções de limão 'Volkameriano' (SALIBE e MISCHAN, 1981). HEARN *et alii* (1974) comentaram também que combinações cítricas envolvendo os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Cravo' produziram elevado número de frutos, verificando-se o contrário quando

os porta-enxertos utilizados foram a laranja 'Azeda' e a tangerina 'Cleópatra'. Parte dessas observações concordou com dados obtidos por COOK *et alii* (1952), que destacaram a elevada produtividade determinada pelo limão 'Rugoso da Flórida' às copas das laranjas doces 'Parson Brown' e 'Valência', em comparação com outros seis porta-enxertos. Resultados semelhantes foram encontrados por CUNHA Sobrinho *et alii* (1978), estudando combinações de laranja 'Baianinha' com oito porta-enxertos, e por SOARES Filho *et alii* (1980), em trabalho experimental onde foi avaliado o comportamento de cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', constatando-se que os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', sendo este último uma seleção do primeiro, induziram destacada produção às copas. MOREIRA *et alii* (1960) mencionaram, por outro lado, que copas de limão 'Eureka', das laranjas doces 'Baianinha', 'Pera' e 'Hamlin', e de 'Mexerica', apresentaram baixas produções quando enxertadas sobre o limão 'Rugoso da Flórida'. WUTSCHER e SHULL (1976) não concordaram com as observações efetuadas por HEARN *et alii* (1974), no que se refere às baixas produtividades influenciadas às copas cítricas pela tangerina 'Cleópatra' e pela laranja 'Azeda', dado que, dentre onze porta-enxertos avaliados para copa de laranja 'Marrs', combinações envolvendo os referidos porta-enxertos foram superadas em produção somente por aquelas em que o "cavalo" era o citrumelo 'Swingle'. CUNHA Sobrinho *et alii* (1980) citaram, igualmente, que a tangerina 'Cleópatra', seguida pelo limão 'Cravo', foi o porta-enxerto que imprimiu maior produtividade à copa de laranja 'Pera', conforme resultados provenientes de médias de um período de oito safras, em comparação com outros cinco porta-enxertos.

SALIBE (1978) salientou que, de um modo geral, têm se sobressaído como mais produtivas aquelas combinações de que participam como porta-enxertos o limão 'Cravo', tangerinas 'Sunki' e 'Kinnow' (híbrido entre as tangerinas

'King' e 'Willow leaf'), citrumelo 'Swingle', citrange 'Morton' e algumas laranjas doces. POMPEU Jr. *et alii* (1978), por sua vez, indicaram que, além do limão 'Cravo', as tangerinas 'Oneco' e 'Batangas', o tangelo 'Orlando' e a laranja 'Hamlin', induzem boa produtividade às copas.

Convém esclarecer, todavia, que nem sempre plantas mais vigorosas, e portanto de maior porte, relacionam-se a uma maior produtividade por unidade de volume de copa, muito embora possam apresentar um número total de frutos superior ao observado em plantas menos desenvolvidas, conforme verificado por TEÓFILO Sobrinho *et alii* (1973). Esses autores constataram que copas de laranja 'Valência', enxertadas sobre nove porta-enxertos, apresentaram as mais expressivas produções, por unidade de volume, quando em combinação com o citrange 'Troyer', limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso Nacional' e *Poncirus trifoliata*, porta-enxertos estes que induziram a formação de copas menos vigorosas. Essas observações foram confirmadas por POMPEU Jr. *et alii* (1978), os quais verificaram que, dentre dezoito porta-enxertos estudados para copa de laranja 'Hamlin', o citrange 'Rusk' foi o que determinou maior produtividade por volume de copa, apesar de ter acarretado um menor desenvolvimento e, como consequência, baixa produção por planta. POMPEU Jr. *et alii* (1981) comentaram, igualmente, que o *Poncirus trifoliata*, seleção Limeira, de um total de dezoito porta-enxertos avaliados em combinação com laranja 'Valência', apesar de ter influenciado uma menor produção de frutos por planta, relacionou-se a uma maior produtividade, segundo o número de frutos produzidos por metro cúbico de copa. Situação semelhante foi observada em combinações de laranja 'Barão' com *Poncirus trifoliata* (FIGUEIREDO *et alii*, 1981), conforme já mencionado.

2.1.2. Influência do porta-enxerto sobre o vigor

Verifica-se, em plantas, uma íntima associação entre crescimento das raízes e das partes aéreas (MAGALHÃES e SILVA, 1978). CASTLE e KREZDORN (1974), analisando onze porta-enxertos em combinação com tangelo 'Orlando', constataram uma correlação positiva significativa entre altura média da copa e profundidade do sistema radicular. Combinações com limão 'Rugoso da Flórida' apresentaram maiores alturas de planta e profundidade do sistema radicular, observando-se o contrário naquelas que tinham como porta-enxerto o trifoliata 'Rubidoux'. Quanto ao peso médio das raízes de alimentação, entretanto, os referidos autores constataram que esse parâmetro não foi proporcional ao tamanho da copa e à profundidade do sistema radicular, uma vez que valores máximos foram obtidos em combinações com limão 'Rugoso da Flórida' e com trifoliata 'English Small', as quais se apresentaram muito e pouco vigorosas, respectivamente.

PARENTE *et alii* (1981), estudando o comportamento de quatorze porta-enxertos sob copa de tangerina 'Poncã', concluíram que os "seedlings" mais vigorosos nem sempre correspondem àqueles que, quando enxertados, induzem maior desenvolvimento às copas, uma vez que os limões 'Rugoso da África' e 'Rugoso da Flórida', que apresentaram maior precocidade até a enxertia, por ocasião do transplante das mudas ocuparam posições intermediárias, no tocante ao vigor das combinações de que participaram.

COOK *et alii* (1952) verificaram que, dentre sete porta-enxertos avaliados para copas das laranjas 'Parson Brown' e 'Valência', o limão 'Rugoso da Flórida' foi aquele que influenciou o desenvolvimento de combinações mais vigorosas, observando-se que a taxa de crescimento determinada por esse "cavalo" mostrou-se relativamente alta durante

os primeiros anos, sendo superada, após esse período, por outros porta-enxertos de crescimento mais lento. Situação semelhante foi obtida em combinações de limão 'Rugoso Nacional' com copas de limão 'Eureka', de laranjas 'Baianinha', 'Pera', 'Hamlin' e 'Maracanã' e de 'Mexerica', as quais destacaram-se como mais vigorosas durante a fase inicial de desenvolvimento, ocorrendo o contrário em combinações com a laranja 'Caipira', segundo resultados encontrados por MOREIRA *et alii* (1960) em pesquisa efetuada com diversos "cavalos". Esses mesmos autores mencionaram que o limão 'Rugoso da Flórida', em contraste com outros trabalhos (COOK *et alii*, 1952; CASTLE e KREZDORN, 1974; SALIBE, 1978; CUNHA Sobrinho *et alii*, 1980), induziu baixo vigor às copas sobre ele enxertadas, o que concorda com dados obtidos por TEÓFILO Sobrinho *et alii* (1973), relativos a combinações de laranja 'Valência' com nove porta-enxertos, tendo sido constatado que o limão 'Rugoso da Flórida', ao lado do citrange 'Troyer', limão 'Rugoso Nacional' e *Poncirus trifoliata*, determinou a formação de copas menos volumosas, verificando-se o contrário em combinações incluindo as tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra' e o limão 'Cravo'. FIGUEIREDO *et alii* (1981), em trabalho experimental envolvendo dez porta-enxertos para laranja 'Barão', comentaram também sobre o desenvolvimento inferior observado em combinações com limão 'Rugoso Nacional' e *Poncirus trifoliata*, bem como sobre os maiores volumes de copa influenciados pelas tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra', cujas combinações foram superadas em vigor somente por aquelas nas quais o porta-enxerto era o tangelo 'Orlando'. Este porta-enxerto, juntamente com as laranjas 'Hamlin' e 'Caipira', e com as tangerinas 'Kinnow', 'Swatow' e 'Cleópatra', conferiram elevado vigor à copa de laranja 'Valência', dando-se o oposto com relação aos porta-enxertos 'Lima da Pérsia', trifoliata 'Limeira' e tangelo 'Minneola', conforme resultados alcançados por POMPEU Jr. *et alii* (1981). Copas de laranja 'Hamlin' enxertadas sobre a própria laranja 'Hamlin', tange-

lo 'Orlando' e tangerina 'Cleópatra', confirmaram o maior vigor conferido por esses porta-enxertos às combinações de que participam, dado que apresentaram, ao lado de combinações com as tangerinas 'Oneco' e 'Batangas' e com a laranja 'Florida Sweet' os maiores volumes de planta, em comparação com aquelas enxertadas sobre outros doze porta-enxertos, entre os quais incluía-se o citrange 'Rusk', que determinou vigor menos acentuado às copas, segundo POMPEU Jr. *et alii* (1978).

CUNHA Sobrinho *et alii* (1980) destacaram o vigor mais elevado apresentado pela laranja 'Pera' quando enxertada sobre tangerina 'Cleópatra', e enfatizaram também o pronunciado vigor que foi influenciado pelos limoeiros 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM' às copas das laranjas 'Baianinha' e 'Natal', em comparação com outros porta-enxertos.

SALIBE (1978) comentou que dentre os porta-enxertos que normalmente induzem bom desenvolvimento às copas pode-se incluir a laranja 'Caipira', os limões 'Cravo' e 'Rugoso', bem como as tangerinas 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Combinações superiores, contudo, não devem obrigatoriamente apresentar porte avantajado, conforme mencionado no ítem anterior, dado que aumentos em produtividade podem ser obtidos através de uma maior densidade de plantio. A utilização de porta-enxertos apropriados presta-se à essa finalidade, considerando-se que o tamanho de uma planta cítrica é, de certa forma, determinado por um balanço fisiológico entre os cultivares copa e porta-enxerto que a compõem, podendo a planta enxertada manifestar um desenvolvimento completamente diferente daquele apresentado pela copa e pelo porta-enxerto, quando analisados separadamente. Alguns gêneros afins ao *Citrus*, como *Citropsis*, *Eremocitrus*, *Clymenia* e *Microcitrus*, têm permitido reduções sensíveis no porte da planta, as quais, em alguns casos, chegam à ordem de 75%, em comparação com o vigor observado em pomares comerciais. 0

mecanismo que causa o nanismo das plantas, porém, permanece desconhecido, parecendo provável a existência de problemas de incompatibilidade entre a copa e o porta-enxerto interferindo nesse comportamento (CASTLE, 1979). Plantas cítricas enxertadas sobre *Poncirus*, gênero monotípico também considerado ananicante, nem sempre, todavia, expressam essa característica (CASTLE, 1979), sendo provável que tal situação seja devida a uma maior vulnerabilidade a déficits hídricos apresentada pelo *Poncirus trifoliata*, como decorrência de seu sistema radicular pouco profundo, haja visto que, em solos que possuem boa retenção de umidade, laranjas doces em combinação com esse "cavalo" podem manifestar desenvolvimento normal (CASTLE e KREZDORN, 1974).

Avaliações no sentido de se utilizar porta-enxertos tetraplóides, de ocorrência natural ou artificial, têm sido realizadas visando reduzir o porte da planta (HEARN *et alii*, 1974 e CHAPOT, 1975). Nove é o número haplóide de cromossomos para todas as espécies de *Citrus*, assim como para gêneros afins, a exemplo do *Poncirus* e *Fortunella*, sendo a condição diplóide predominante, muito embora formas tetraplóides tenham sido reportadas para esses gêneros, havendo também indicações de indivíduos triplóides, pentaplóides, hexaplóides, bem como aneuplóides (CAMERON e FROST, 1968 e CHAPOT, 1975).

2.1.3. Influência do porta-enxerto sobre a qualidade dos frutos

Webber, citado por MONTENEGRO *et alii* (1961), esclareceu que os frutos de quaisquer variedades cítricas, embora conservem suas particularidades, sofrem uma influência do porta-enxerto quanto à expressão quantitativa de certas características, da mesma forma que são afetados pelo am

biente. Os referidos autores, por sua vez, comentaram que tal influência é devida a uma interação entre a copa e o porta-enxerto, não decorrendo de uma ação isolada deste último. Quando se comparam as características dos frutos de uma determinada variedade copa, em combinação com diferentes porta-enxertos, verifica-se que estes podem induzir variações no tamanho, forma, cor e espessura da casca dos frutos, conteúdo de suco, acidez e açúcares, teor de vitamina C e de sais minerais, número de sementes, entre outros fatores (SALIBE, 1978). No que se refere ao número de sementes, ao que parece, as razões que determinam acréscimos em sua quantidade podem ser explicadas por aumentos da fertilidade do grão de pólen, devido a ações fisiológicas provocadas pela interação entre copa e porta-enxerto (MONTENEGRO *et alii* 1959).

SALIBE e MISCHAN (1978), estudando características de frutos das laranjas doces 'Hamlin', 'Baianinha', 'Westin', 'Ruby' e 'Itaboraí', em combinação com cinco porta-enxertos, verificaram que os frutos de melhor qualidade, isto é, de casca fina e com melhor coloração alaranjada, com menor número de sementes e mais ricos em suco, acidez e sólidos solúveis (açúcares), foram produzidos em combinações com *Poncirus trifoliata*. Situação contrária foi observada nas combinações com limão 'Rugoso da Flórida', que induziu a formação de frutos de qualidade inferior, enquanto que a laranja 'Caipira', tangerina 'Sunki' e o limão 'Cravo', determinaram o desenvolvimento de frutos com características intermediárias. MOREIRA *et alii* (1960), a partir de resultados obtidos de combinações entre copas de limão 'Eureka', laranjas 'Baianinha', 'Pera', 'Hamlin' e 'Maracanã', e de 'Mexerica', com diversos porta-enxertos, mencionaram, igualmente, a influência exercida pelo limão 'Rugoso da Flórida' no sentido de ocasionar a produção de frutos de qualidade inferior, o mesmo sendo verificado para o limão 'Rugoso Nacional'. Esses

resultados são corroborados por observações realizadas por COOK *et alii* (1952) em combinações envolvendo copas das laranjas 'Parson Brown' e 'Valência', por MONTENEGRO *et alii* (1961) e por HEARN *et alii* (1974), chamando, estes últimos, a atenção para a excelente qualidade de frutos determinada pela laranja 'Azêda' e tangerina 'Cleópatra', muito embora tais porta-enxertos causem redução no tamanho dos frutos.

DORNELLES (1981) constatou que, dentre vinte e cinco porta-enxertos avaliados para copas de 'Mexerica do Rio', os maiores pesos médios de frutos foram influenciados pelo limoeiro 'Rugoso da Flórida' e pelo citrange C-41, verificando-se o contrário para o citrandarim 309, citrange C-14² e limoeiro 'Rugoso da África'. Outros autores têm confirmado o fato de que o limão 'Rugoso da Flórida' induz a formação de frutos com maior peso, a exemplo do que foi observado por CUNHA Sobrinho *et alii* (1978) e por SOARES Filho *et alii* (1980), em combinações envolvendo, respectivamente, copas das laranjas 'Baianinha' e 'Natal', nas quais a seleção FM, desse porta-enxerto, relacionou-se à formação de frutos com maiores pesos médios.

WUTSCHER e SHULL (1976) não constatarem variações expressivas quanto ao tamanho, cor do suco e da casca, bem como porcentagem de suco dos frutos provenientes de combinações de laranja 'Marrs' com onze porta-enxertos. Esses autores estabeleceram, porém, que o citrange 'Morton' ocasionou a produção de frutos com cascas mais espessas, enquanto que os porta-enxertos tangerina 'Cleópatra', "Chine box-orange" e laranja Taiwanica (suposto híbrido da laranja 'Azeda') determinaram o contrário. Este último porta-enxerto influenciou o desenvolvimento de frutos com teores de acidez e sólidos solúveis mais baixos, em contraste com o que se observou em combinações com o citrumelo 'Swingle' e com um híbrido de tangerina 'Cleópatra' com citrange 'Troyer', respectivamente.

O papel do porta-enxerto na qualidade dos frutos, afora os comentários já feitos, pode ser melhor avalia-do através de exemplos como o do *Poncirus trifoliata*, o qual, devido à excelente qualidade de frutos que induz às copas sobre ele enxertadas, a par de outras características de inte-resse, tornou-se amplamente utilizado em vários países, prin-cipalmente nos Estados Unidos, Japão, Austrália e Argentina. No Brasil seu emprego tem sido mais generalizado no Rio Gran-de do Sul. Em áreas tropicais, contudo, segundo estudo rea-lizado por PASSOS *et alii* (1973), no Estado da Bahia, esse porta-enxerto tem apresentado restrições com relação à sua adaptação, muito embora alguns de seus híbridos, tais como os citranges 'Morton' e 'Rusk', mostrem comportamento mais favorável à essas condições ecológicas. Estudos prelimina-res, realizados com plantas na fase de "seedling" e de mudas enxertadas em condições de viveiro, sugerem que outros híbri-dos, a exemplo daqueles entre tangerina 'Sunki' com os trifo-liatas 'Swingle' e 'English', também possam ser utilizados como porta-enxertos em regiões tropicais (PASSOS *et alii*, 1976).

2.2. Estabilidade fenotípica

2.2.1. Aspectos gerais

Em termos práticos, o número potencial de am-bientes distintos aos quais determinada planta pode ser submetida é infinito, mesmo em se tratando de uma área restri-ta, tornando extremamente remota a probabilidade de duas plantas se sujeitarem a ambientes idênticos (COMSTOCK, 1955 e COMSTOCK e MOLL, 1963). À esse complexo único, atuante sobre uma planta ou organismo particular, atribuiu-se a termi-nologia de microambiente, enquanto que ambientes compreendi-dos em uma área mais abrangente, embora com características

próprias, são coletivamente referidos como macroambiente. Desse modo, um macroambiente é, na realidade, um conjunto de microambientes, sendo aquele, e não estes últimos, o alvo de interesse dos melhoristas de plantas, no que diz respeito à identificação de materiais superiores (COMSTOCK e MOLL, 1963). Quanto às variações no ambiente estas, segundo ALLARD e BRADSHAW (1964), podem ser divididas em duas categorias: previsíveis e imprevisíveis. A primeira inclui todas as condições ambientais permanentes, a exemplo das características gerais de clima e solo, variações sistemáticas na duração do dia, bem como os tratos culturais impostos pelo homem, tais como época e densidade de plantio, métodos de colheita e outras práticas agronômicas preestabelecidas. Já as variações imprevisíveis compreendem as flutuações climáticas, tais como pluviosidade e temperatura, entre outros fatores.

A ocorrência generalizada de interações entre genótipo e ambiente causa sérios transtornos no que concerne ao desenvolvimento de variedades melhoradas, sejam estas representadas por linhas puras, híbridos, ou qualquer outro material com o qual o melhorista possa estar trabalhando (EBERHART e RUSSEL, 1966), comprometendo o progresso alcançado com a seleção (COMSTOCK e MOLL, 1963). Visando contornar esse problema, duas estratégias de ação podem ser adotadas, quais sejam a estratificação de uma área heterogênea em ambientes mais uniformes, para os quais seriam desenvolvidas variedades específicas ou, como segunda alternativa, seleção de genótipos estáveis e superiores, adaptados a amplas condições ambientais. O primeiro enfoque, contudo, não é muito efetivo, desde que a interação entre genótipos e locais dentro de uma dada sub-região ainda permanece grande e, o que é mais importante, a estratificação não reduz a interação genótipos x anos (EBERHART e RUSSEL, 1966 e TAI, 1971), a qual, vale ressaltar, tem se mostrado superior àquela relativa a

genótipos x locais, conforme enfatizado por alguns autores (RASMUSSEN e LAMBERT, 1961 e ALLARD e BRADSHAW, 1964). Assim sendo, a obtenção de genótipos estáveis constitui objetivo de grande interesse. A esse respeito ALLARD e BRADSHAW (1964) comentaram que há duas maneiras gerais através das quais uma variedade ou população pode adquirir estabilidade, denominando-as por tamponamento individual e tamponamento populacional. NASPOLINI Filho (1975), referindo-se ao assunto, utilizou as terminologias homeostase individual e homeostase de população, respectivamente. O tamponamento individual diz respeito à propriedade de um único genótipo produzir um fenótipo aceitável sob diferentes condições ambientais, estando mais relacionado a populações geneticamente homogêneas, a exemplo de uma linha pura ou de um híbrido simples. Quanto ao tamponamento populacional este decorre da diversidade genética apresentada por um número suficiente de genótipos que, em conjunto, determinam uma adaptação a amplas variações ambientais. Esta situação foi denominada por LEVINS (1963) como polimorfismo estático, caracterizando-se, conforme mencionado, pela existência de uma diversidade permanente e estável dentro de populações, onde cada tipo é superior aos demais em um determinado habitat ou fase ambiental. O referido autor citou também que, em termos de membros individuais de uma população, a adaptação pode ser distinguida em homeostase fisiológica e flexibilidade desenvolvimental. A primeira inclui a tolerância do organismo a condições desfavoráveis e sua capacidade de apresentar rápidas modificações reversíveis em suas características internas (fisiológicas), como resposta a flutuações ambientais transitórias. Já a flexibilidade desenvolvimental se refere a modificações irreversíveis de um caráter adaptativo. O conceito de homeostase fisiológica foi desenvolvido por Cannon no início dos anos 30, ocasião em que trouxe importante contribuição ao campo da fisiologia (LERNER, 1954 e LEWONTIN, 1957). Cabe acrescentar que um genótipo melhor adaptado poderia ser defi

nido como aquele com capacidade de contribuir com maior número de descendentes para as gerações seguintes, podendo essa definição, por analogia, ser estendida a uma população (LEWONTIN, 1957).

Evidências tanto diretas como indiretas indicam que os heterozigotos têm uma maior capacidade de adaptação que os homozigotos, significando que entre plantas superiores e animais a seleção natural apresenta uma tendência em favor de uma maior complexidade bioquímica ou enzimática, claramente vantajosa em um organismo sujeito a condições ambientais variáveis, por lhe conferir maiores propriedades de tamponamento (HALDANE, 1954 e LEWIS, 1954). Em plantas, mais especificamente, essa superioridade dos heterozigotos pode ser observada tanto em alógamas como em autógamas, conforme exemplos verificados em milho (ADAMS e SHANK, 1959 e ROWE e ANDREW, 1964), cevada (JAIN e ALLARD, 1960) e *Phaseolus lunatus* (ALLARD e WORKMAN, 1963). QUISENBERRY e KOHEL (1971), em trabalho conduzido com algodão, todavia, não constataram influências da heterozigosidade, bem como do nível de ploidia, sobre a estabilidade fenotípica de oito caracteres distintos. Convém esclarecer que a heterozigosidade por si só não explica a homeostase, uma vez que híbridos de milho com o mesmo nível de heterozigosidade freqüentemente manifestam propriedades de tamponamento significativamente diferentes (ADAMS e SHANK, 1959).

Aparentemente, os ajustamentos apresentados por determinado genótipo, como resposta a pressões ambientais distintas, constituem uma característica muito singular, conforme se verifica por padrões diversos de comportamento manifestados por genótipos estreitamente relacionados (HANSON, 1970). Em termos genéricos, pode-se definir estabilidade fenotípica como sendo a capacidade de um indivíduo ou população em produzir uma pequena variação de fenótipos em diferentes ambientes, ou seja, de apresentar um comportamen-

to altamente previsível independentemente da qualidade dos estímulos ambientais (LEWIS, 1954 e MARIOTTI *et alii*, 1976).

2.2.2. Métodos utilizados na avaliação da estabilidade de fenotípica

FISHER e MACKENZIE (1923) foram os primeiros a reconhecer a existência de interações entre genótipos e fatores ambientais, em trabalho onde se considerou respostas à adubação por parte de diferentes cultivares de batata. Coube a YATES e COCHRAN (1938), entretanto, o emprego inicial de metodologia apropriada para a decomposição da interação genótipos x ambientes, em estudo envolvendo materiais cultivados em diversos anos e locais, consistindo o método em determinar, para cada cultivar, uma regressão linear da produção em relação à média de produção de todos cultivares em cada ambiente. Esse procedimento serviu de suporte ao desenvolvimento de outros métodos relacionados a estimativas de parâmetros da estabilidade fenotípica em plantas. As idéias destes autores, porém, só foram aceitas algumas décadas mais tarde, quando FINLAY e WILKINSON (1963) aplicaram a mesma metodologia básica na avaliação da estabilidade de produção de diversos cultivares de cevada, em vários locais e anos. Neste procedimento de análise os índices mais importantes compreenderam o coeficiente de regressão linear (b) e a média de produção varietal com base em todos os ambientes. O cálculo de b considerou, em cada ambiente, a produção média de cada cultivar como variável dependente e a média de todos cultivares como variável independente. A produção média de todos cultivares, em cada ambiente, permitiu o estabelecimento de uma graduação quantitativa dos ambientes. Definuiu-se que cultivares com valores de b próximos de 1,0 possuem estabilidade média. Dentre estes, aqueles com alta produção média relacionar-se-iam a uma capacidade geral de adaptação ,

enquanto que aqueles com baixa produção média indicariam má adaptação. Cultivares com valores de b superiores a 1,0 foram tidos como mais sensíveis a modificações ambientais, por conseguinte manifestando estabilidade inferior à média e melhor adaptação a ambientes favoráveis. Valores de b inferiores a 1,0, por outro lado, foram considerados como característicos de cultivares com estabilidade superior à média, menos vulneráveis a flutuações ambientais, sendo, desse modo, melhor adaptados a ambientes desfavoráveis à produção. Valores de b iguais a zero estariam associados a uma estabilidade fenotípica absoluta. Segundo FINLAY e WILKINSON (1963), um cultivar ideal seria caracterizado por um potencial máximo de produção no ambiente mais favorável e estabilidade fenotípica absoluta.

EBERHART e RUSSEL (1966) desenvolveram um método, para determinação da estabilidade fenotípica, semelhante ao de FINLAY e WILKINSON (1963), fornecendo, contudo, um parâmetro de estabilidade adicional, caracterizado pelos desvios da regressão (σ_d^2). No presente modelo a estabilidade de cada cultivar foi determinada, portanto, em função da produção média, coeficiente de regressão e desvios da regressão. Os referidos autores estabeleceram como ideal um cultivar que apresentasse alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvios da regressão o mais próximos possíveis de zero. Cultivares com coeficientes de regressão superiores ou inferiores a 1,0 seriam melhor adaptados a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, respectivamente.

TAI (1971), por sua vez, propôs uma metodologia de análise da estabilidade na qual o efeito da interação genótipo x ambiente de um cultivar foi decomposto em uma resposta linear aos efeitos ambientais, medida pelo parâmetro estatístico α_i , e em desvios dessa resposta linear, medidos pelo parâmetro estatístico λ_i . O parâmetro α_i foi estimado

pela covariância entre os efeitos de ambientes e os efeitos da interação genótipos x ambientes, dividida pela variância dos efeitos ambientais, enquanto que λ_i foi estimado pela razão entre a variância dos desvios da resposta linear e a variância do erro associado aos efeitos da interação genótipos x ambientes. Um cultivar perfeitamente estável foi definido por $\alpha = -1,0$ e $\lambda = 1,0$, ao passo que um cultivar com estabilidade média teria $\alpha = 0,0$ e $\lambda = 1,0$.

PLAISTED e PETERSON (1959) planejaram um estudo, envolvendo cultivares de batata, no qual dados de produção obtidos em diferentes locais foram submetidos inicialmente a uma análise conjunta da variância, visando verificar a significância da interação cultivares x locais. A seguir, considerando a existência de interação significativa, foram realizadas análises conjuntas da variância para cada combinação de cultivares tomados dois a dois, com base em todos os locais, obtendo-se uma estimativa dos componentes da variância da interação cultivares x locais relativos a cada par de cultivares. A média aritmética dessas estimativas foi calculada para todos os pares tendo um cultivar em comum. O cultivar relacionado ao menor valor médio foi identificado como o mais estável, dada sua menor contribuição na interação cultivares x locais. O inconveniente deste método é exigir um grande número de análises em situações onde são muitos os genótipos avaliados.

PLAISTED (1960) sugeriu a realização de análises conjuntas da variância, omitindo em cada uma, sucessivamente, um dos cultivares presentes, obtendo-se diversas estimativas da interação cultivares x ambientes. A magnitude deste componente indicaria a estabilidade do cultivar suprimido, sendo mais estável o cultivar ausente da análise em que o valor da interação fosse mais elevado. Esta técnica, a exemplo da anterior, é muito trabalhosa quando se conside-

ra um grande número de cultivares.

BUCIO ALANIS (1966) desenvolveu um modelo específico para um par de linhas puras, no intuito de estimar os efeitos genético, ambiental e a interação entre os mesmos, observando uma relação linear entre a interação genótipos x ambientes e o efeito ambiental. Posteriormente, o método foi adaptado para o estudo da geração F_1 resultante do cruzamento entre duas linhagens (BUCIO ALANIS e HILL, 1966), bem como da geração F_2 e de retrocruzamentos (BUCIO ALANIS *et alii*, 1969). Trabalho efetuado por PERKINS e JINKS (1968), por sua vez, permitiu que a técnica fosse estendida para diversas linhas puras e descendências F_1 produzidas de seus cruzamentos. Em todas essas situações os resultados obtidos indicaram que as magnitudes das interações genótipos x ambientes são uma função linear dos efeitos ambientais.

HANSON (1970) apresentou um método no qual a estabilidade de um genótipo foi avaliada com base em sua posição dentro de um espaço, cuja origem estaria associada a um genótipo estável. Essa medida de estabilidade fenotípica, conforme o autor aqui referido, também poderia ser obtida pela combinação de informações provenientes da análise de regressão e de seus desvios.

Wricke, citado por JOWETT (1972), OLIVEIRA (1976) e BECKER (1981), definiu um parâmetro de estabilidade que denominou ecovalência, calculado através da partição da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes nos componentes devidos aos genótipos isolados, de modo a verificar a contribuição de cada um na interação.

St-PIERRE *et alii* (1967) estabeleceram a estabilidade de um genótipo em termos de porcentagem de adaptabilidade, sendo esta referente ao número de ambientes nos quais seu comportamento se mostrasse superior ao comportamento

to médio de todos os genótipos do conjunto, expresso como uma porcentagem do número total de ambientes considerados.

Quanto ao método conhecido por tradicional este se baseia na decomposição das somas de quadrados devidas a ambientes e cultivares x ambientes, provenientes de uma análise conjunta, nos efeitos de ambiente dentro de cada cultivar, os quais são utilizados como medida da estabilidade (OLIVEIRA, 1976 e SERAPHIN, s.d.).

OLIVEIRA (1976), considerando dados de produção de milho, provenientes de ensaio envolvendo quinze cultivares e treze ambientes, comparou seis métodos de determinação da estabilidade, a saber: a. tradicional, b. Plaisted e Peterson, c. Wricke, d. Finlay e Wilkinson, e. Eberhart e Russel e f. Tai. De um modo geral houve concordância entre os resultados obtidos com os diferentes métodos, muito embora os procedimentos metodológicos de Finlay e Wilkinson, bem como de Eberhart e Russel, tenham sido mais informativos, pois, além de estimarem a estabilidade absoluta, avaliaram a estabilidade média, considerando-a sob uma forma dinâmica, por variar de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar altas ou baixas produtividades. JOWETT (1972) citou que o modelo de Eberhart e Russel é preferível ao de Finlay e Wilkinson, devido à sua natureza mais explícita, exceção feita àquelas situações em que se verificam diferenças de produção acentuadas entre os cultivares, quando, então, é mais indicada a análise com base em uma escala logarítmica, conforme o método proposto por Finlay e Wilkinson.

Diversos autores julgaram os desvios da regressão como sendo o parâmetro de maior importância na avaliação da estabilidade, enquanto que o coeficiente de regressão foi tido como um parâmetro indicador da adaptabilidade do genótipo, juntamente com sua média fenotípica (BREESE, 1969; SAMUEL *et alii*, 1970; PARODA e HAYES, 1971; BILBRO e

RAY, 1976; BONATO, 1978). BILBRO e RAY (1976) comentaram que o coeficiente de determinação (R^2), a exemplo dos desvios da regressão, também pode ser utilizado como parâmetro de avaliação da estabilidade, sendo de fácil cálculo e interpretação, independente das unidades de medida e, além disso, diferenças entre valores de R^2 podem ser determinadas estatisticamente. MARIOTTI *et alii* (1976), em estudo conduzido com cana-de-açúcar, empregaram o coeficiente de determinação como uma das estimativas da estabilidade.

A maioria dos métodos propostos para determinação da estabilidade fenotípica procura explicar a interação genótipo x ambiente através de regressões lineares do comportamento dos diferentes genótipos avaliados sobre uma medida do ambiente. Nem sempre, porém, a interação genótipo x ambiente pode ser satisfatoriamente representada como uma função linear do ambiente, verificando-se que quando os ambientes desviam-se muito de uma condição ótima a produtividade de um conjunto de genótipos apresenta uma relação quadrática e não linear, sendo que tanto nos ambientes sub-ótimos como supra-ótimos os rendimentos são baixos e se justapõem (KNIGHT, 1970). Tais observações foram confirmadas por EASTON e CLEMENTS (1973), os quais observaram que com o trigo condições supra-ótimas de nitrogênio levaram a respostas não lineares, no que se refere à interação genótipo x ambiente. VERMA *et alii* (1972), a seu turno, constataram, para várias características de soja, que a interação genótipo x ambiente possui uma natureza predominantemente não linear, podendo esse tipo de resposta ser consequência da limitada adaptação dessa cultura.

Outro aspecto a ser considerado é o fato de que os modelos lineares partem do pressuposto de que seus efeitos são aditivos, cabendo salientar que o efeito multiplicativo dos ambientes sobre os genótipos, como fonte de in

teração, tem sido pouco considerado pelos melhoristas de plantas, muito embora determinados resultados experimentais apresentem evidências de sua existência, tais como a maior diferença entre genótipos em ambientes favoráveis, correlação positiva entre médias e coeficientes de regressão dos cultivares, e associação entre médias e variâncias, conforme CHAVES (1982). Com base no exposto, o referido autor aplicou em dados de soja, trigo, mandioca, milho e feijão, um modelo não-linear desenvolvido por VENCovsky e GERALDI (1977), que é multiplicativo para os parâmetros genético e ambiental, constatando que os efeitos dos ambientes sobre os genótipos de milho e feijão analisados foram, de certo modo, multiplicativos.

2.2.3. Estabilidade fenotípica e produção agrícola

A obtenção de materiais estáveis, per se, não constitui interesse em agricultura, devendo-se observar também sua produção em termos quantitativos assim como qualitativos, em se tratando de culturas, a exemplo dos citros, onde a qualidade do produto é fator limitante. O melhorista, além disso, deve procurar desenvolver materiais adaptados ao sistema de cultivo para o qual se destinam, ou seja, ao nível tecnológico a que serão submetidos. Considerando o modelo de EBERHART e RUSSEL (1966), um cultivar com bom rendimento médio, coeficiente de regressão próximo de zero e desvios da regressão nulos, seria específico para ambientes pobres, isto é, para uma agricultura de poucos recursos, segundo PALOMO G. e MOLINA G. (1975). Genótipos desse tipo, que manifestam comportamento constante em todos ambientes, entretanto, não respondem a condições mais favoráveis de cultivo, sendo contra-indicados para uma agricultura moderna, altamente tecnificada, que exige, portanto, cultivares com elevada produtividade média, desvios da regressão iguais a zero e

coeficientes de regressão superiores a 1,0, conforme FREY (1972).

Melhoristas e geneticistas geralmente consideram que quanto melhor for o ambiente maiores serão as diferenças entre genótipos, facilitando a identificação daqueles de comportamento superior. BUCIO ALANIS e HILL (1966), por outro lado, comentam que sob certas circunstâncias a seleção efetuada em ambientes pobres pode ser melhor sucedida, a exemplo de situações onde o interesse recai sobre genótipos portadores de características particulares, tais como resistência à seca, pragas e doenças, tolerância à salinidade, entre outras. Ocorre, todavia, que o ideotipo de plantas adaptadas a condições ambientais diversas é de difícil definição, visto que genótipos dotados de maior estabilidade podem apresentar mecanismos fisiológicos e padrões de desenvolvimento bastante distintos entre si, ao contrário do que se verifica para grupos de genótipos adaptados a ambientes específicos, nos quais se observam fatores morfológicos e fisiológicos em comum (FINLAY e WILKINSON, 1963). Existem evidências indicativas de que a estabilidade fenotípica seja um caráter herdável, passível, portanto, de ser incorporado em materiais comerciais, sendo provável que todos os tipos de ação gênica estejam envolvidos (EBERHART e RUSSEL, 1969). Sua natureza, ao que parece, é poligênica, conforme observações realizadas nos gêneros *Primula* e *Petunia* (MATHER, 1953) e em *Zea mays* L. (VENCOVSKY, 1978). Considerando-se os parâmetros de estabilidade definidos por EBERHART e RUSSEL (1966), os desvios da regressão, aparentemente, estão mais fortemente associados às constituições genéticas dos materiais, em comparação com os coeficientes de regressão, como constatado com o milho, por esses autores, e com o trigo, por BUSH *et alii* (1976). Desse modo, conforme salientado por EBERHART e RUSSEL (1966), tendo-se em vista que a estabilidade é uma característica herdável, avaliações preliminares em materiais

genéticos poderiam ser dirigidas para a identificação de genótipos estáveis, a partir dos quais seriam selecionados, posteriormente, tipos de comportamento superior.

ALLARD e BRADSHAW (1964) citaram que o tamponamento de um cultivar, no que se refere à sua insensibilidade frente a variações ambientais, pode se dar a nível individual ou populacional. Em espécies autógamas é comum a obtenção de cultivares estáveis com base em misturas de linhas puras, verificando-se, nesses casos, um tamponamento a nível populacional, a exemplo do que foi observado com a aveia (JENSEN, 1952; FREY e MALDONADO, 1967; PFAHLER e LISKENS, 1979), soja (PROBST, 1957) e *Phaseolus lunatus* (ALLARD, 1961). Nem sempre, porém, o desenvolvimento de multilinhas conduz a uma maior estabilidade, conforme constatado por BUSH *et alii* (1976) com o trigo. A esse respeito, PFAHLER e LISKENS (1979) comentaram que a principal dificuldade no estabelecimento de tais populações consiste na seleção de linhas puras que em competição se complementam mutuamente quanto a resposta a variações ambientais e que, uma vez combinadas, satisfazam às exigências de uniformidade. Resultados favoráveis podem ser alcançados com maior facilidade mediante a seleção exclusiva de linhas puras altamente produtivas, tomando-se por referência o fato de que a produção de uma linha pura apresenta correlação positiva com sua estabilidade, segundo observações realizadas com *Avena byzantina* C. Koch (PFAHLER, 1972).

Cultivares estáveis podem, igualmente, ser obtidos com base na heterozigosidade, segundo mencionado em item anterior, sendo esse processo válido tanto para espécies alógamas como autógamas. Finlay, citado por BUSH *et alii* (1976), constatou que populações heterozigotas de cevada, resultantes de um cruzamento dialélico, mostraram maior estabilidade que as linhagens parentais, sendo essa superio-

ridade mais expressiva em ambientes desfavoráveis. Com o sorgo, populações constituídas por misturas de híbridos têm se mostrado mais produtivas e estáveis que os parentais homozigotos (REICH e ATKINS, 1970; JOWETT, 1972; PATANOTHAI e ATKINS, 1974), havendo evidências de que híbridos triplos apresentam maior estabilidade que híbridos simples e níveis de produção compatíveis aos destes últimos (JOWETT, 1972 e PATANOTHAI e ATKINS, 1974). Situação semelhante tem sido verificada com o milho, dada a existência de resultados indicativos de que híbridos triplos e duplos manifestam menor interação genótipo x ambiente em comparação com híbridos simples (SPRAGUE e FEDERER, 1951; EBERHART *et alii*, 1964; EBERHART e RUSSEL, 1969). Considerando-se, porém, a maior variância genética presente entre híbridos simples, que entre híbridos duplos e triplos de milho, conforme demonstrado por COCKERHAM (1961), e tendo-se em vista que a estabilidade é um caráter herdável, híbridos simples estáveis e altamente produtivos apresentam, potencialmente, maior valor comercial que os demais tipos híbridos (EBERHART e RUSSEL, 1969). Evidências favoráveis à estas observações foram obtidas por NASPOLINI Filho (1975), constatando este autor que híbridos simples e compostos de milho tenderam a uma maior estabilidade, relativamente aos caracteres peso de espigas e peso de grãos, em comparação com as variedades e híbridos duplos avaliados.

Cultivares perfeitamente estáveis provavelmente não existam, devendo o melhorista satisfazer-se com níveis médios de estabilidade (TAI, 1971). Além disso, ao se aplicar um método de avaliação da estabilidade fenotípica, deve-se ter em mente que a média das expressões fenotípicas relacionadas a um determinado genótipo depende da população de ambientes sobre a qual foi obtida. O melhorista reconhece esse fato ao depreender que uma linhagem, híbrido ou cultivar é bem adaptado a uma categoria de ambientes, mas não o é a outra. De maneira semelhante, o valor de um ambiente, ou

de uma classe de ambientes, depende da população de genótipos com base na qual foi medido. Assim sendo, nenhuma conclusão a respeito da estabilidade fenotípica de características quantitativas terá muito sentido sem que se especifique, de forma razoavelmente concisa, a população genótipos-ambientes para a qual esse tipo de estudo foi efetuado (COMSTOCK e MOLL, 1963; KNIGHT, 1970; EASTON e CLEMENTS, 1973; MARIOTTI *et alii*, 1976).

Os diversos estudos sobre estabilidade fenotípica, até aqui apresentados, referiram-se à adaptabilidade de cultivares a variações ambientais de certo modo previsíveis, visto que relacionadas a diferenciações de caráter espacial, as quais podem ser influenciadas pelos sistemas de cultivo empregados em cada situação particular. Nestes casos, portanto, a caracterização de cultivares estáveis reflete, em parte, respostas a uma agricultura mais ou menos tecnificada, a depender de uma melhor adaptação a ambientes mais ou menos favoráveis, respectivamente. Tais metodologias, entretanto, também se aplicam às condições em que as variações ambientais são de natureza temporal, a exemplo do que se verifica em culturas perenes, onde as avaliações são efetuadas ao longo de vários anos, compreendendo, porém, um espaço fixo. Estudo dessa natureza foi realizado por KALIL Filho (1982), no intuito de avaliar a estabilidade de produção de clones de seringueira com base em um local e um período de oito anos, abrangendo a fase de crescimento dos materiais, tornando, assim, os padrões de resposta às variações de ambiente (anos) parcialmente confundidos com as velocidades de crescimento e de aumento de produção. Em circunstâncias como esta os resultados obtidos não devem ser associados a níveis de tecnificação mais ou menos elevados, uma vez que as variáveis ambientais são imprevisíveis, em sua maioria.

No presente trabalho, cujo objetivo visa a de

terminação dos efeitos de porta-enxertos sobre a estabilidade fenotípica em citros, ao longo de diversos anos de cultivo, os conceitos e métodos considerados devem, conseqüentemente, ser empregados criteriosamente, de maneira a permitir uma interpretação adequada dos resultados provenientes das análises realizadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material botânico

O material utilizado foi constituído por combinações de um clone nucelar de laranja 'Natal' com cinco porta-enxertos, a saber: limões 'Cravo', 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', laranja 'Caipira' e tangerina 'Dancy'. Para identificação da terminologia científica dos materiais discriminados, consultar glossário (pág. 101).

3.2. Local do experimento

O experimento foi instalado no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - CNPMF, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizado no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, nas coordenadas geográficas $39^{\circ} 6' 23''$ de longitude oeste e $12^{\circ} 40' 39''$ de latitude sul, com altitude em torno de 225 m.

3.3. Clima e solo

O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Am, quente e úmido, com estação seca compensada por totais elevados de precipitação. Segundo dados dos postos agrometeorológicos da Escola Agrônômica da Bahia e do CNPMF, relativos ao período 1949-1981, as normais climatológicas do citado município são: 23,5°C de temperatura, 82% de umidade relativa do ar (médias anuais) e 1136 mm de precipitação pluvial (total anual). Quanto aos dados climatológicos específicos aos anos abrangidos pelo presente estudo consultar Tabela Ap.1 (pág. 109).

No que se refere ao solo, este foi classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico, coeso, A moderada textura argilosa, fase floresta subperenifolia relevo plano (EMBRAPA/SNLCS, 1977).

3.4. Plano experimental

O pomar foi instalado em 1965, obedecendo a um delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições, três plantas por parcela, em espaçamento de 7 m x 7 m. Os dados de produção, aqui considerados, foram tomados durante o período de 1970 a 1980, sendo expressos em kg de frutos por planta. As colheitas das safras principais concentraram-se entre os meses de agosto e novembro. Quanto aos dados de vigor estes foram obtidos nos anos de 1965, 1969, 1975, 1977 e 1980, compreendendo mensurações da circunferência da copa (terço inferior da copa), altura da planta e diâmetro do tronco (30 cm acima do nível do solo). Essas determinações foram efetuadas mediante o emprego de uma trena de pano, régua e paquímetro, com graduação até cm, respectivamente. Avaliações relativas à qualidade dos frutos

foram realizadas no período de 1976 a 1980, estando as plantas com idade acima de 10 anos e apresentando, portanto, frutos com características bem definidas. As variáveis analisadas incluíram peso, altura, diâmetro e espessura da casca dos frutos, porcentagem de suco, acidez, sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis, sendo tais determinações efetuadas sempre por ocasião da colheita principal, com base em amostras de 10 frutos por parcela, obtidas ao redor das copas. O peso dos frutos foi identificado através de uma balança comercial com capacidade para 10 kg. Os dados de altura, diâmetro e espessura da casca dos frutos foram obtidos com base no uso de um paquímetro graduado até mm. A quantidade de suco foi estabelecida pela diferença entre os pesos dos frutos e do bagaço, transformada em porcentagem. A acidez foi determinada pelo método de MENDES (1936) e os sólidos solúveis através de areômetro de brix, aferido para temperatura de 20°C.

Foram executados tratamentos culturais rotineiros visando o controle de pragas, doenças e ervas daninhas, assim como a fertilização do solo. A área experimental não recebeu irrigação.

3.5. Análises estatísticas

Os dados de produção, vigor e qualidade dos frutos foram, inicialmente, submetidos a uma análise de variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, tendo-se em vista o fato de que as observações se deram nas mesmas parcelas, com as mesmas combinações copa/porta-enxertos, ao longo de anos sucessivos.

O modelo matemático considerado foi:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + e_{ij} + t'_k + (tt')_{ik} + (t'b)_{jk} + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk}	= média observada do porta-enxerto $\underline{i}$, no bloco $\underline{j}$ e no ano $\underline{k}$
m	= média do experimento
t_i	= efeito do porta-enxerto $\underline{i}$
b_j	= efeito do bloco $\underline{j}$
e_{ij}	= efeito residual associado à parcela principal (total de anos)
t'_k	= efeito do ano $\underline{k}$
$(tt')_{ik}$	= efeito da interação porta-enxerto $\underline{i}$ x ano $\underline{k}$
$(t'b)_{jk}$	= efeito da interação bloco $\underline{j}$ x ano $\underline{k}$
e_{ijk}	= efeito residual associado à subparcela (anos individuais)

Os efeitos correspondentes à média do experimento e aos porta-enxertos foram considerados como fixos e os demais aleatórios. O esquema da análise, assim como os componentes de variância, são apresentados na Tabela 1.

As avaliações relativas à estabilidade fenotípica basearam-se na metodologia proposta por EBERHART e RUSSEL (1966), considerando-se cada ano como um ambiente diferente, sendo as análises efetuadas a partir de médias. Os parâmetros observados nesse estudo compreenderam os coeficientes de regressão linear (b), as variâncias dos desvios da regressão (σ_d^2), assim como as médias fenotípicas observadas para as diferentes combinações copa/porta-enxerto.

O modelo de regressão adotado foi:

$$Y_{ik} = \mu_i + \beta_i I_k + \delta_{ik} + \bar{\epsilon}_{ik}$$

Onde:

Y_{ik}	= média observada do porta-enxerto $\underline{i}$ no ano $\underline{k}$
μ_i	= média do porta-enxerto $\underline{i}$ em todos os anos

Tabela 1. Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, considerando N porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em J repetições e K anos.

Fontes de variação	GL	E (QM)	QM	F
Blocos (B)	J - 1	$\sigma^2 + N\sigma_{t'b}^2 + K\sigma_e^2 + NK\sigma_b^2$	Q_1	
Porta-enxertos (T)	N - 1	$\sigma^2 + \frac{NJ}{N-1}\sigma_{tt'}^2 + K\sigma_e^2 + \frac{JK}{N-1}\sum_i t_i^2$	Q_2	$(Q_2 + Q_7)/(Q_3 + Q_5)$
Resíduo (a)	(N-1)(J-1)	$\sigma^2 + K\sigma_e^2$	Q_3	
Anos (T')	K - 1	$\sigma^2 + N\sigma_{t'b}^2 + NJ\sigma_{t'}^2$	Q_4	Q_4/Q_6
Interação T x T'	(N-1)(K-1)	$\sigma^2 + \frac{NJ}{N-1}\sigma_{tt'}^2$	Q_5	Q_5/Q_7
Interação B x T'	(J-1)(K-1)	$\sigma^2 + N\sigma_{t'b}^2$	Q_6	Q_6/Q_7
Resíduo (b)	(N-1)(J-1)(K-1)	σ^2	Q_7	
Total	NJK - 1			

β_i = coeficiente de regressão que mede a resposta do porta-enxerto i à variação dos anos

δ_{ik} = desvio da regressão do porta-enxerto i no ano k

I_k = índice anual, obtido pela diferença entre a média fenotípica de cada ano e a média fenotípica de todos os anos, conforme a expressão:

$$I_k = \frac{Y_{.k}}{N} - \frac{Y_{..}}{NK} \quad \text{lembrando que } \sum_k I_k = 0$$

Onde:

$Y_{.k}$ = total do ano k em relação a todos os porta-enxertos

$Y_{..}$ = total geral

N = número de porta-enxertos

K = número de anos

$\bar{\epsilon}_{ik}$ = efeito residual associado à média.

O cálculo do coeficiente de regressão linear foi obtido por:

$$b_i = \frac{\sum_k Y_{ik} I_k}{\sum_k I_k^2} \quad \text{lembrando que } \bar{b} = 1,0$$

A análise da variância obedeceu à adaptação proposta por BONATO (1978), posteriormente utilizada por SANTOS (1980), que permite decompor a soma de quadrados de anos dentro de porta-enxertos [anos + (anos x porta-enxertos)] nos efeitos lineares e desvios da linearidade, tanto para o conjunto de porta-enxertos estudados, como para cada porta-enxerto particular (Tabela 2). O teste de hipótese da nulidade, relativo aos coeficientes de regressão, $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$, foi realizado através do teste F referente ao quadrado médio de anos (linear) x porta-enxertos. Os quadrados médios relativos ao efeito linear e aos desvios da

Tabela 2. Análise da variância fornecendo as respostas linear e não linear de N porta-enxertos, estudados em J repetições e K anos (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Porta-enxertos	$N - 1$	$\frac{\sum_i Y_{i.}^2}{K} - \frac{Y^2}{NK}$	Q_1	Q_1/Q_5
Anos dentro de porta-enxertos	$N(K - 1)$	$\sum_{ik} \left(Y_{ik}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{K} \right)$	Q_2	Q_2/Q_6
Anos (linear)	1	$\frac{(\sum_k Y_{.k} I_k)^2}{N \sum_k I_k^2}$	Q_3	Q_3/Q_5
Anos (linear) x Porta-enxertos	$N - 1$	$\sum_i \left[\frac{(\sum_k Y_{ik} I_k)^2}{\sum_k I_k^2} \right] - \text{S.Q. Anos (linear)}$	Q_4	Q_4/Q_5
Desvios da regressão reunidos	$N(K - 2)$	$\sum_i \left\{ \left[\frac{\sum_k Y_{ik}^2}{K} - \frac{Y_{i.}^2}{K} \right] - \left[\frac{(\sum_k Y_{ik} I_k)^2}{\sum_k I_k^2} \right] \right\}$	Q_5	Q_5/Q_6
Anos dentro de porta-enxertos	$N(K - 1)$		Q_2	
Efeito linear dos porta-enxertos:				
Porta-enxerto 1	1	$\frac{(\sum_k Y_{1k} I_k)^2}{\sum_k I_k^2}$	Q_1'	Q_1'/Q_1''
Porta-enxerto 2	1		Q_2'	Q_2'/Q_2''
-	-		.	.
-	-		.	.
-	-		.	.
Porta-enxerto N	1		Q_N'	Q_N'/Q_N''
Desvios da regressão dos porta-enxertos:				
Porta-enxerto 1	$K - 2$	$\left[\frac{\sum_k Y_{1k}^2}{K} - \frac{Y_{1.}^2}{K} \right] - \left[\frac{(\sum_k Y_{1k} I_k)^2}{\sum_k I_k^2} \right]$	Q_1''	Q_1''/Q_6
Porta-enxerto 2	$K - 2$		Q_2''	Q_2''/Q_6
-	-		.	.
-	-		.	.
Porta-enxerto N	$K - 2$		Q_N''	Q_N''/Q_6
Resíduo combinado	$N(J-1)(K-1)$		Q_6	

regressão ofereceram, respectivamente, respostas sobre a linearidade e não linearidade de cada porta-enxerto frente às variações ambientais.

O resíduo da análise da estabilidade proveio da análise de variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, resultando da combinação do quadrado médio de blocos x anos com o quadrado médio do resíduo (b), necessária para testar o quadrado médio de anos dentro de porta-enxertos, assim como os desvios da regressão, conforme apresentado na Tabela 3.

As variâncias do efeito de anos dentro de cada porta-enxerto (quadrado médio do efeito linear + quadrado médio dos desvios da regressão), bem como dos desvios da regressão, foram submetidas ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett (SNEDECOR, 1957), no intuito de verificar a necessidade de ajustamentos nos graus de liberdade do efeito de anos dentro de porta-enxertos e dos desvios da regressão reunidos, respectivamente, sendo os mesmos realizados de conformidade com PIMENTEL GOMES (1976).

A hipótese de que os coeficientes de regressão linear não diferem da unidade foi julgada pelo teste "t" de Student, segundo a fórmula:

$$t = \frac{b_i - 1,0}{\sqrt{\frac{Q_i''}{\sum_k I_k^2}}}$$

Onde:

b_i = coeficiente de regressão linear do porta-enxerto $\underline{i}$

Q_i'' = quadrado médio dos desvios da regressão do porta-enxerto $\underline{i}$

$\sum_k I_k^2$ = somatória dos quadrados dos índices anuais

Tabela 3. Esperanças das somas de quadrados e dos quadrados médios de anos dentro de porta-enxertos e do resíduo combinado, entre outras fontes de variação, relacionadas à análise da estabilidade de fenotípica (Tabela 2)

Fontes de variação	GL	E(SQ)
Anos dentro de porta-enxertos	$N(K-1)$	$N(K-1)\sigma^2 + N(K-1)\sigma_{t,b}^2 + NJ(K-1)\sigma_{tt}^2 + NJ(K-1)\sigma_t^2$
Anos	$K-1$	$(K-1)\sigma^2 + N(K-1)\sigma_{t,b}^2 + NJ(K-1)\sigma_t^2$
Porta-enxertos x Anos	$(N-1)(K-1)$	$(N-1)(K-1)\sigma^2 + NJ(K-1)\sigma_{tt}^2$
Resíduo combinado	$N(J-1)(K-1)$	$N(J-1)(K-1)\sigma^2 + N(J-1)(K-1)\sigma_{t,b}^2$
Blocos x Anos	$(J-1)(K-1)$	$(J-1)(K-1)\sigma^2 + N(J-1)(K-1)\sigma_{t,b}^2$
Resíduo (b)	$(N-1)(J-1)(K-1)$	$(N-1)(J-1)(K-1)\sigma^2$
continuação		
Fontes de variação	E(QM)	QM F
Anos dentro de porta-enxertos	$\sigma^2 + \sigma_{t,b}^2 + J\sigma_{tt}^2 + J\sigma_t^2$	Q_1 Q_1/Q_2
Anos	$\sigma^2 + N\sigma_{t,b}^2 + NJ\sigma_t^2$	-
Porta-enxertos x Anos	$\sigma^2 + \frac{NJ}{N-1}\sigma_{tt}^2$	-
Resíduo combinado	$\sigma^2 + \sigma_{t,b}^2$	Q_2
Blocos x Anos	$\sigma^2 + N\sigma_{t,b}^2$	-
Resíduo (b)	σ^2	-

O denominador da expressão ora apresentada define o erro do coeficiente de regressão linear (STEEL e TORRIE, 1960).

Visando verificar o quanto da variação total de cada porta-enxerto foi devido aos efeitos lineares, procedeu-se o cálculo do coeficiente de determinação, conforme a expressão:

$$R_i^2 = \frac{(\sum_k Y_{ik} I_k)^2}{(\sum_k I_k^2) \left[\sum_k Y_{ik}^2 - \frac{(\sum_k Y_{ik})^2}{K} \right]}$$

Onde:

- R_i^2 = coeficiente de determinação do porta-enxerto i
 Y_{ik} = média observada do porta-enxerto i no ano k
 I_k = índice anual
 K = número de anos considerados (STEEL e TORRIE, 1960).

A hipótese de que os coeficientes de determinação não diferem de zero foi avaliada pelo teste "t", da maneira que se segue:

$$t = \frac{R_i \sqrt{K-2}}{\sqrt{1 - R_i^2}}$$

com $K-2$ graus de liberdade (PIMENTEL GOMES, 1976).

A comparação das médias fenotípicas dos porta-enxertos foi efetuada através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Nesse teste o cálculo da DMS ou Δ (diferença mínima significativa) obedeceu ao seguinte proce-

dimento:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}}$$

Onde:

q = valor da amplitude total estudentizada

s = estimativa do desvio padrão residual = $\sqrt{Q_3 + Q_5}$
sendo que Q_3 e Q_5 provêm da análise da variância
apresentada na Tabela 1 (pág. 33)

r = número de repetições = número de blocos x número de
anos considerados.

Com o objetivo de verificar a existência de efeitos multiplicativos sobre o comportamento dos porta-enxertos analisados, as médias de produção de frutos foram submetidas ao modelo não-linear desenvolvido por VENCovsky e GERALDI (1977), posteriormente aplicado por CHAVES (1982), sendo o mesmo assim definido:

$$Y_{ik} = \alpha_i (1 + \beta_k) + \bar{\epsilon}_{ik}$$

Onde:

Y_{ik} = produção média observada do porta-enxerto i no
ano k

α_i = efeito do porta-enxerto i

β_k = efeito do ano k

$\bar{\epsilon}_{ik}$ = efeito residual associado à média.

As estimativas de α_i e $(1 + \beta_k)$ foram obtidas com base nas expressões:

$$\hat{\alpha}_i = \frac{\sum_k Y_{ik} (1 + \hat{\beta}_k)}{\sum_k (1 + \hat{\beta}_k)^2}$$

$$(1 + \hat{\beta}_k) = \frac{\sum_i y_{ik} \hat{\alpha}_i}{\sum_i \hat{\alpha}_i^2}$$

A primeira estimativa de α_i foi definida por $\frac{y_{.k}}{K}$, possibilitando o cálculo da primeira estimativa de $(1 + \hat{\beta}_k)$. As demais estimativas foram obtidas através de um processo iterativo de equações, que se repetiu até a determinação de valores estáveis, os quais constituíram as estimativas procuradas. Obteve-se a seguir as somas de quadrados relativas aos parâmetros principais e aos desvios do modelo, a saber:

$$SQ_{\alpha, \beta} = \sum_i \hat{\alpha}_i^2 \sum_k (1 + \hat{\beta}_k)^2 \quad e$$

$$SQ_d = \sum_{ik} y_{ik}^2 - SQ_{\alpha, \beta}$$

A quantificação dos efeitos multiplicativos foi realizada com base na expressão:

$$R_m^2 = \frac{\frac{SQ_{tt'}}{r} - SQ_d}{\frac{SQ_{tt'}}{r}}$$

Onde:

R_m^2 = coeficiente de determinação dos efeitos multiplicativos detectados pelo modelo

$SQ_{tt'}/r$ = soma de quadrados da interação entre porta-enxertos e anos, proveniente da análise da variância apresentada na Tabela 1 (pág. 33), dividida pelo número de repetições

SQ_d = soma de quadrados dos desvios do modelo não linear.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de frutos

As produções médias de frutos obtidas no período 1970-1980, com os respectivos índices anuais, calculados com base na metodologia proposta por EBERHART e RUSSEL (1966), são apresentadas na Tabela A.1 (pág. 104). A referida tabela inclui também as estimativas de α_i e $(1 + \beta_k)$ relativas, respectivamente, aos parâmetros genético e ambiental do modelo multiplicativo sugerido por VENCovsky e GERALDI (1977).

Os índices anuais (I_k), que refletem as diferenças entre as médias dos vários anos compreendidos no estudo da estabilidade fenotípica, variaram entre um mínimo de -106,12, verificado em 1972, a um máximo de 113,18, constatado em 1979. As estimativas dos parâmetros anuais $(1 + \beta_k)$, concernentes ao modelo não linear considerado, respeitaram a mesma tendência observada para os índices anuais, localizando-se entre os limites de 0,3500 e 1,6952, estabelecidos em 1972 e 1979, respectivamente. As referidas variáveis ambientais, com base em raciocínio simplista, refletem condições ecológicas mais ou menos favoráveis à produção de fru-

tos, segundo a dependência direta de suas magnitudes. A presente pesquisa, porém, envolveu plantas que no princípio das avaliações de produção, apesar de constituírem um pomar com cinco anos de idade, ainda se encontravam em pleno desenvolvimento, de maneira que as variáveis ambientais relacionadas aos anos iniciais desse estudo foram influenciadas pelo aumento dos volumes das copas. Apesar disso, considerando as primeiras observações realizadas, pode-se julgar que os anos de 1971 e 1972, especialmente este último, se mostraram ecologicamente menos favoráveis ao caráter ora analisado. Outro aspecto a ser ponderado é a ocorrência do fenômeno da alternância de produção, muito comum em citros, afetando o comportamento dos mencionados índices e parâmetros anuais. Esse efeito pode ser visualizado, particularmente, no período compreendido entre 1977 e 1980, ocasião em que as plantas já haviam atingido a idade adulta, apresentando volumes de copa praticamente estabilizados. Isto posto, tem-se que as informações oferecidas pelas variáveis ambientais devem ser analisadas com o devido critério, de forma a evitar erros de interpretação.

Os resultados da análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, provenientes de onze anos de observações, encontram-se na Tabela 4. O teste F mostrou-se altamente significativo para os efeitos de porta-enxertos e de anos, assim como para as interações porta-enxertos x anos e blocos x anos, indicando: a. diferenças quanto à produtividade determinada à copa pelos distintos porta-enxertos; b. diferenças entre as condições ambientais relacionadas aos anos abrangidos na análise; c. diferenças genéticas entre os cinco porta-enxertos, no que se refere às respostas de suas combinações com laranja 'Natal' às variações anuais; e d. alterações no posicionamento dos blocos, quanto aos seus níveis de produtividade ao longo dos anos. As diferenças entre anos, convém reforçar, foram

influenciadas, em parte, pelo crescimento das plantas na fase inicial das avaliações de produção.

Tabela 4. Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa à produção média de frutos, em kg/planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e onze anos no Recôncavo Baiano.

Fontes de variação	GL	QM
Blocos (B)	4	
Porta-enxertos (T)	4	109.398,12**
Resíduo (a)	16	4.456,56
Anos (T')	10	144.323,84**
Interação T x T'	40	6.402,69**
Interação B x T'	40	3.641,15**
Resíduo (b)	160	1.400,90
Total	274	

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tendo-se em vista a manifestação de interação altamente significativa entre porta-enxertos x anos, foi efetuado o estudo da estabilidade fenotípica, de modo a melhor detalhar o comportamento de cada porta-enxerto em combinação com laranja 'Natal'. Seus resultados são apresentados na Tabela 5, de cuja observação se conclui que a maior parte da

variância de anos dentro de porta-enxertos é explicada pela regressão linear, verificando-se que o quadrado médio dos efeitos lineares foi 365,2 vezes superior ao dos desvios da regressão reunidos, o que é confirmado por um coeficiente de determinação dos efeitos lineares (R^2) da ordem de 87,55% , calculado com base na soma de quadrados. Trabalhos conduzidos com *Nicotiana rustica* (BUCIO ALANIS, 1966; BUCIO ALANIS e HILL, 1966; PERKINS e JINKS, 1968; BUCIO ALANIS *et alii*, 1969), *Dactylis glomerata* (BREESE, 1969), algodão (BILBRO e RAY, 1976), soja (BONATO, 1978) e feijão (SANTOS, 1980) constituem, igualmente, exemplos de que a interação genótipos x ambientes pode ser interpretada como uma função linear dos efeitos ambientais. Esse tipo de resposta ao ambiente, contudo, não deve ser generalizado, devido a ocorrência de exceções nas quais tal interação é de natureza predominantemente não linear, conforme destacado por KNIGHT (1970), VERMA *et alii* (1972) e EASTON e CLEMENTS (1973).

A partir da análise da estabilidade pode-se depreender que os porta-enxertos, combinados com laranja 'Natal', diferiram entre si quanto aos comportamentos linear e não linear, como decorrência dos altos níveis de significância registrados para os componentes da variância de anos dentro de porta-enxertos, particularmente aqueles relativos a anos (linear) x porta-enxertos e desvios da regressão reunidos. A significância da interação anos (linear) x porta-enxertos indicou que os "cavalos" não apresentaram uniformidade de comportamento no tocante às suas reações às flutuações anuais, o que significa, em outras palavras, que seus coeficientes de regressão linear não foram semelhantes. A significância dos desvios da regressão reunidos, a seu turno, evidenciou que a previsibilidade de respostas às variações anuais, relativamente ao conjunto de porta-enxertos estudados, sofreu restrições.

Tabela 5. Análise da variância da produção média de frutos, em kg/planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	Q M
Porta-enxertos	4	21879,7347**
Anos dentro de porta-enxertos	50	6797,3865**
Anos (linear)	1	288647,3720**
Anos (linear) x Porta-enxertos	4	3797,5420**
Desvios da regressão reunidos	45	800,7063**
Resíduo combinado	200	369,7897
Anos dentro de porta-enxertos	50	6797,3865**
Efeito linear dos porta-enxertos:		
Limão Cravo	1	34389,8194**
Laranja Caipira	1	69108,3443**
Limão Rugoso FM	1	92171,5699**
Tangerina Dancy	1	27159,2367**
Limão Rugoso Fl.	1	81008,5699**
Desvios da regressão dos porta-enxertos:		
Limão Cravo	9	823,1587*
Laranja Caipira	9	1328,8657**
Limão Rugoso FM	9	705,5794
Tangerina Dancy	9	680,3308
Limão Rugoso Fl.	9	465,5970
Resíduo combinado	200	369,7897
CV%	11,87	

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Na segunda parte da Tabela 5 é apresentada a decomposição dos efeitos lineares e não lineares para cada porta-enxerto, permitindo, desse modo, uma caracterização individual de suas reações às mudanças ambientais. Todos os genótipos expressaram respostas altamente significativas para o efeito linear, sendo estas avaliações efetuadas com base no quociente (teste F) entre as variâncias dos efeitos linear e não linear de cada porta-enxerto. Deve-se ressaltar, porém, que o modelo de análise estabelecido por EBERHART e RUSSEL (1966) conduz, devido à sua própria estrutura, a uma alta significância dos efeitos lineares, fazendo com que os coeficientes de regressão linear distribuam-se em torno do valor médio $\bar{b} = 1,00$. O limão 'Rugoso da Flórida', dentre os "cavalos" estudados, foi o que apresentou o maior quociente (173,99), enquanto que à tangerina 'Dancy' coube o menor (39,92). Os referidos quocientes concordaram, quanto à ordenação de suas magnitudes, com os coeficientes de determinação (R^2) calculados para cada porta-enxerto, os quais variaram entre os limites de 95,08% a 81,60%, obtidos, respectivamente, para o limão e a tangerina citados (Tabela 6). Quanto às variâncias dos desvios da regressão, estas foram significativas para o limão 'Cravo' e altamente significativas para a laranja 'Caipira', enquanto que os demais genótipos não se desviaram da linearidade, segundo níveis significativos. Esses resultados indicam que, muito embora as interações do limão 'Cravo' e da laranja 'Caipira' com os diferentes anos sejam em grande parte explicadas pela regressão linear, os mencionados "cavalos" manifestam, em determinados anos, desvios em relação às respostas esperadas, o que caracteriza a imprevisibilidade de seus comportamentos.

Os coeficientes de regressão linear, por sua vez, variaram de 0,69 para a tangerina 'Dancy', a 1,26 para o limão 'Rugoso FM', sendo que somente esses valores limites diferiram significativamente de 1,00, conforme teste t a 5% de probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6. Produções médias de frutos, coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano.

Porta-enxertos	Produção média de frutos		b	$\hat{\sigma}_d^2$	R^2 (%)
	kg/planta	% ^{1/}			
Limão Cravo	151,40 bc ^{2/}	93,5	0,77 ± 0,12	823,16*	82,28**
Laranja Caipira	147,68 bc	91,2	1,09 ± 0,15	1328,87**	85,25**
Limão Rugoso FM	211,31 a	130,4	1,26* ± 0,11	705,58	93,55**
Tangerina Dancy	100,25 c	61,9	0,69* ± 0,11	680,33	81,60**
Limão Rugoso Fl.	199,34 ab	123,0	1,18 ± 0,09	465,60	95,08**
Média	152,00	100,0	1,00	800,71	87,55

^{1/}: porcentagem em relação a média.

^{2/}: valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

EBERHART e RUSSEL (1966) consideram um cultivar estável como sendo aquele que possui um $b = 1,00$ e $\hat{\sigma}^2_d = 0$. Cultivares que obedecem essas características expressam respostas crescentes à melhoria das condições ambientais, além de apresentarem um comportamento previsível. Essa definição de estabilidade ajusta-se perfeitamente às necessidades de uma agricultura moderna, assentada em bases econômicas, voltada, portanto, para materiais que a par dos requisitos mencionados exibem altas produções médias. Sob este ponto de vista, o limão 'Rugoso da Flórida', no conjunto de genótipos analisados, foi o que melhor atendeu à todas essas exigências, dada sua associação a um elevado potencial produtivo (23,0% superior à média geral); variância dos desvios da regressão não significativa, cujo valor foi o mais baixo dentre os observados; e a um coeficiente de regressão não diferente de 1,00, pelo teste t, indicando sua boa adaptação à todos os anos (Tabela 6). Outros autores confirmam essa propriedade do limão 'Rugoso da Flórida', no sentido de induzir alta produtividade às copas cítricas (COOK *et alii*, 1952; HEARN *et alii*, 1974; CUNHA Sobrinho *et alii*, 1978; SOARES Filho *et alii* 1980; DORNELLES, 1981), muito embora MOREIRA *et alii* (1960) tenham apresentado resultados contraditórios a esse respeito. O coeficiente de regressão obtido para o limão 'Rugoso da Flórida' ($b = 1,18$) identifica, a princípio, uma tendência à adaptação a anos ecologicamente mais favoráveis, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2.

O limão 'Rugoso FM' destacou-se também como um dos porta-enxertos mais recomendáveis para laranja 'Natal', tendo sido aquele que influenciou maior produtividade à copa (30,4 % superior à média geral), além de não ter apresentado desvios significativos com relação à linearidade, o que atesta a previsibilidade de seu comportamento. Seu coeficiente de regressão, cujo valor foi significativamente

Figura 1. Regressão linear da produção média de frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso PM', 4. Laranja 'Rugoso da Flórida', 5. Limão 'Rugoso da Flórida', * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 2. Relação entre produção média de frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em onze anos no Recôncavo Baiano.

maior que 1,00, indica uma melhor adaptação a anos mais favoráveis (Tabela 6, Figuras 1 e 2). A observação dos dados médios de produção dos frutos (Tabela A.1, pág. 104), todavia, revela que tanto esse porta-enxerto como o limão 'Rugoso da Flórida' colocaram-se entre os melhores no decorrer de todos os anos da análise, mesmo naqueles associados aos mais baixos índices anuais, a exemplo de 1971 e 1972, nos quais alternaram-se como primeiro e segundo melhores "cavalos" em termos de produtividade. Esse comportamento, na realidade, foi consequência dos volumes de copa superiores associados aos referidos genótipos, determinando maiores produções por planta. Tais resultados não causam surpresa, uma vez que o limão 'Rugoso FM' é uma seleção do limão 'Rugoso da Flórida', sendo a denominação FM derivada de Fazenda Maravilha, propriedade localizada no Recôncavo Baiano, onde o citado clone foi identificado.

Quanto aos demais "cavalos", o limão 'Cravo' e a laranja 'Caipira' apresentaram desvios significativos da linearidade, conforme já mencionado. Seus coeficientes de regressão não diferiram significativamente de 1,00, pelo teste t, verificando-se, porém, uma tendência do limão 'Cravo' manifestar boa adaptação a anos menos favoráveis, à semelhança da tangerina 'Dancy', cujo coeficiente de regressão foi significativamente inferior a 1,00, segundo relato anterior. Esses porta-enxertos determinaram níveis de produtividade inferiores à média geral, em 6,5%, 8,8% e 38,1%, respectivamente para o limão, laranja e tangerina referidos (Tabela 6, Figuras 1 e 2).

Os comentários realizados, relativos à adaptação dos genótipos, restringem-se às suas reações diante de variações temporais, caracterizadas pelas flutuações ecológicas associadas aos anos incluídos no presente estudo, não refletindo, portanto, a adaptação desses materiais a níveis

tecnológicos mais ou menos elevados, uma vez que todos os "cavalos" aqui considerados foram submetidos a um mesmo sistema de cultivo.

Considerando-se, agora, o modelo multiplicativo proposto por VENCovsky e GERALDI (1977), com base nas estimativas de α_i e $(1 + \beta_k)$ e nas produções médias de frutos, apresentadas na Tabela A.1 (pág. 104), obteve-se os valores referentes à soma de quadrados dos parâmetros principais do modelo ($SQ_{\alpha, \beta}$), bem como à soma de quadrados dos seus desvios (SQ_d), os quais corresponderam a $1,8322 \times 10^6$ e $3,8511 \times 10^4$, respectivamente. A partir desses resultados e da soma de quadrados da interação porta-enxertos x anos, proveniente da análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo (Tabela 4, pág. 43) e transformada ao nível de médias, foi calculado um coeficiente de determinação dos efeitos multiplicativos identificados pelo modelo não-linear (R^2_m). O referido coeficiente indicou que cerca de 25% da interação porta-enxertos x anos foi devida a efeitos de natureza não-linear. Esse resultado, apesar de revelar a existência de uma possível ação multiplicativa dos diferentes anos sobre o comportamento das combinações copa/porta-enxertos analisadas, o que é corroborado pela existência de uma tendência unidirecional entre as estimativas dos coeficientes de regressão e as médias fenotípicas observadas (Tabela 6), deve ser considerado com precauções, tendo-se em vista a identificação de um certo desajuste dos dados de produção de frutos em relação ao modelo multiplicativo empregado, dada a presença de ligeiras discrepâncias entre as estimativas do parâmetro genético α_i e as médias dos respectivos porta-enxertos, especificamente do limão 'Cravo' e da laranja 'Caipira' (Tabela A.1, pág.104), conforme comentários realizados por CHAVES (1982).

4.2. Vigor das combinações copa/porta-enxerto

Os resultados das avaliações de vigor, assim como sua discussão, serão apresentados de forma a envolver, num só conjunto, os dados de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco. Seus valores médios, com os respectivos índices anuais, encontram-se na Tabela A.2 (pág. 105).

Os índices anuais, aqui considerados, refletem, principalmente, as taxas de crescimento das plantas e a fase em que o pomar estabilizou seu desenvolvimento. Conforme se percebe, na Tabela A.2., a taxa de crescimento das combinações cítricas foi mais acentuada durante o intervalo 1965-1969, em comparação com aquela relativa a 1969-1975, sendo que após este último ano identifica-se uma tendência de estabilização, particularmente no que diz respeito aos volumes de copa. Tomando por base a reduzida longevidade apresentada pelos pomares cítricos localizados em regiões tropicais, em comparação com o que se verifica em climas temperados, tem-se que o período relacionado aos anos incluídos na análise de vigor compreendeu a maior parte da vida útil das plantas, cuja duração, no Recôncavo Baiano, está em torno de vinte anos.

Os resultados da análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativos aos dados de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, tomados em cinco anos do período 1965-1980, são apresentados na Tabela 7. Para todos os parâmetros de vigor se constata um alto nível de significância no que tange aos efeitos de porta-enxertos e à interação porta-enxertos x anos, refletindo diferenças concernentes ao vigor e às taxas de crescimento determinadas às copas de laranja 'Natal' pelos diversos porta-enxertos, respectivamente. O

Tabela 7. Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa a dados médios de circunferência da copa (m), altura da planta (m) e diâmetro do tronco (cm), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e cinco anos no Re^o cõncavo Baiano.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Circunferência da copa	Altura da planta	Diâmetro do tronco
Blocos (B)	4			
Porta-enxertos (T)	4	43,1852**	1,6292**	39,6200**
Resíduo (a)	16	2,2083	0,1332	2,5519
Anos (T')	4	871,7751**	23,9792**	1089,6662**
Interação T x T'	16	3,1104**	0,1098**	2,2357**
Interação B x T'	16	0,6088	0,0459*	0,7731
Resíduo (b)	64	0,5398	0,0245	0,4579
Total	124			

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

efeito de anos foi, igualmente, altamente significativo para a totalidade das características de vigor, tendo como causa principal o desenvolvimento das plantas no decorrer do tempo, especialmente no período 1965-1975. A ocorrência de interação blocos x anos foi significativa somente para a altura da planta, sendo devida a alterações no posicionamento dos blocos, quanto à grandeza da altura média de suas plantas, ao longo dos anos.

Visando melhor caracterizar o comportamento dos porta-enxertos, quanto às suas influências sobre o vigor das copas de laranja 'Natal', foi efetuada a análise da estabilidade fenotípica, segundo modelo estabelecido por EBERHART e RUSSEL (1966), estando seus resultados reunidos na Tabela 8. Verifica-se que praticamente toda a variância de anos dentro de porta-enxertos é explicada pela regressão linear, devido a não significância dos desvios da regressão reunidos referentes aos três parâmetros de vigor considerados, o que é confirmado pelos elevados valores dos coeficientes de determinação dos efeitos lineares (R^2), os quais foram da ordem de 99,64%, 99,41% e 99,76%, calculados para os caracteres circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, respectivamente (Tabela 9). A referida análise mostra também que os genótipos foram dessemelhantes em seus comportamentos lineares, em decorrência dos valores altamente significativos obtidos para o teste F relativo a anos (linear) x porta-enxertos. Isto indica, a exemplo do que foi constatado a partir da análise da variância de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, que os "cavalos" determinaram diferentes taxas de crescimento às combinações com laranja 'Natal', ou seja, apresentaram coeficientes de regressão linear distintos.

A decomposição da variância de anos dentro de porta-enxertos nos efeitos linear e não linear particulares

Tabela 8. Análise da variância de dados médios de circunferência da copa (m), altura da planta (m) e diâmetro do tronco (cm), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	Circunferência da copa		Altura da planta		Diâmetro do tronco	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Porta-enxertos	4	8,637**	4	0,3258**		7,924**
Anos dentro de porta-enxertos	20	35,369**	20	0,9767**		43,944**
Anos (linear)	1	697,420**	1	19,1831**		871,733**
Anos (linear) x Porta-enxertos	4	1,910**	4	0,0629**		1,275**
Desvios da regressão reunidos	15(7) _{a/}	0,154	15	0,0066		0,137
Resíduo combinado	80	0,111	80	0,0058		0,104
Anos dentro de porta-enxertos	20	35,369**	20	0,9767**		43,944**
Efeito linear dos porta-enxertos:						
Limão Cravo	1	127,312**	1	3,3728**		156,117**
Laranja Caipira	1	128,744**	1	3,7962**		163,842**
Limão Rugoso FM	1	179,967**	1	4,9827**		208,992**
Tangerina Dancy	1	100,465**	1	2,6009**		142,547**
Limão Rugoso Fl.	1	168,570**	1	4,6822**		205,337**
Desvios da regressão dos porta-enxertos:						
Limão Cravo	3	0,311*	3	0,0095		0,096
Laranja Caipira	3	0,380*	3	0,0055		0,197
Limão Rugoso FM	3	0,014	3	0,0029		0,192
Tangerina Dancy	3	0,056	3	0,0106		0,159
Limão Rugoso Fl.	3	0,010	3	0,0048		0,039
Resíduo combinado	80	0,111	80	0,0058		0,104
C.V.%		3,08		2,62		2,62

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

a/: graus de liberdade estimados para serem usados no teste F.

Tabela 9. Valores médios ($\bar{X}$) de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, com os respectivos coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}^2_d$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Porta-enxertos	$\bar{X}$	$\frac{1}{\%}$	b	$\hat{\sigma}^2_d$	R^2 (%)
Circunferência da copa					
Limão Cravo	10,92	ab ^{2/}	0,96 ± 0,05	0,311*	99,27**
Laranja Caipira	9,94	b	0,96 ± 0,05	0,380*	99,12**
Limão Rugoso FM	12,19	a	1,14** ± 0,01	0,014	99,98**
Tangerina Dancy	9,05	b	0,85** ± 0,02	0,056	99,83**
Limão Rugoso Fl.	11,87	a	1,10** ± 0,01	0,010	99,98**
Média	10,79		1,00	0,154	99,64
Altura da planta					
Limão Cravo	2,88	ab	0,94 ± 0,05	0,0095	99,16**
Laranja Caipira	2,78	ab	1,00 ± 0,04	0,0055	99,57**
Limão Rugoso FM	3,18	a	1,14* ± 0,03	0,0029	99,83**
Tangerina Dancy	2,55	b	0,82* ± 0,05	0,0106	98,79**
Limão Rugoso Fl.	3,12	a	1,10 ± 0,04	0,0048	99,69**
Média	2,90		1,00	0,0067	99,41
Diâmetro do tronco					
Limão Cravo	12,14	abc	0,95 ± 0,02	0,0964	99,82**
Laranja Caipira	11,63	bc	0,97 ± 0,03	0,1972	99,64**
Limão Rugoso FM	13,74	a	1,10 ± 0,03	0,1923	99,72**
Tangerina Dancy	10,69	c	0,90 ± 0,03	0,1594	99,67**
Limão Rugoso Fl.	13,40	ab	1,08* ± 0,02	0,0388	99,94**
Média	12,32		1,00	0,1368	99,76

^{1/}: porcentagem em relação a média.

^{2/}: valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

a cada porta-enxerto (segunda parte da Tabela 8), permitiu distinguir suas influências individuais sobre o desenvolvimento das copas. Os cinco "cavalos" expressaram respostas altamente significativas para o efeito linear, com respeito à todas as características de vigor, sendo que os coeficientes de determinação (R^2) calculados para cada genótipo foram, em geral, superiores a 99% (Tabela 9). A maioria das variâncias dos desvios da regressão foi estatisticamente não significativa, tendo sido verificadas, porém, exceções relativas ao limão 'Cravo' e à laranja 'Caipira'. Estes apresentaram desvios significativos da linearidade para o parâmetro circunferência da copa, denotando uma menor previsibilidade do comportamento desses porta-enxertos com respeito, somente, à essa variável.

Os coeficientes de regressão linear, conforme já citado, caracterizam a influência dos diferentes "cavalos" sobre a taxa de crescimento das copas que estão sustentando. Pela Tabela 9 constata-se que, em termos numéricos, o limão 'Rugoso FM' relaciona-se aos coeficientes de regressão mais elevados, dando-se o contrário para a tangerina 'Dancy', sendo que tais coeficientes, considerando os parâmetros circunferência da copa e altura da planta, mostram-se significativamente superiores e inferiores a 1,00, segundo teste t, respectivamente para o limão e tangerina mencionados. Tem-se, desse modo, que o limão 'Rugoso FM' foi o porta-enxerto que determinou as taxas de crescimento mais elevadas em relação às copas, particularmente quanto aos seus volumes, enquanto que à tangerina 'Dancy' couberam as taxas de crescimento mais baixas. As médias obtidas para as variáveis de vigor reforçam os comentários ora realizados.

Os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', bem como a tangerina 'Dancy', podem, com base no conjunto de genótipos analisados, ser distinguidos como "cavalos" de comportamento previsível, no tocante ao desenvolvimento das co-

pas de laranja 'Natal' sobre eles enxertadas, enquanto que o mesmo não se verifica com respeito ao limão 'Cravo' e à laranja 'Caipira', em virtude dos desvios significativos da linearidade apresentados por estes porta-enxertos relativamente à circunferência da copa, conforme já referido. Em síntese, quanto às taxas de desenvolvimento determinadas em relação às copas, valores (coeficientes b) mais acentuados foram obtidos para os limões 'Rugoso FM' e 'Rugoso da Flórida', ficando a tangerina 'Dancy' com os mais baixos e o limão 'Cravo' e laranja 'Caipira' com os valores intermediários. Os resultados que levaram à essas considerações encontram-se agrupados na Tabela 9 e são ilustrados nas Figuras 3 a 8. Pesquisas realizadas por COOK *et alii* (1952), SALIBE (1978), CUNHA Sobrinho *et alii* (1978 e 1980) e SOARES Filho *et alii* (1980), comprovam o vigor superior manifestado por copas cítricas em combinações com o limão 'Rugoso da Flórida', contrariando, porém, resultados obtidos por MOREIRA *et alii* (1960) e TEÓFILO Sobrinho *et alii* (1973).

4.3. Qualidade dos frutos

À semelhança do que foi efetuado no sub-item anterior, os resultados e a discussão das avaliações da qualidade dos frutos serão considerados em conjunto. Os valores médios dos dados ora examinados, com os respectivos índices anuais, são apresentados na Tabela A.3 (pág.106).

As referidas avaliações relacionaram-se a um período no qual o pomar se encontrava em idade adulta, estando as características de seus frutos bem definidas. Desse modo, as variações constatadas entre os diferentes anos envolvidos na análise são, principalmente, de natureza ambiental, e por isso refletem a manifestação de condições ecológicas mais ou menos favoráveis à qualidade da laranja, a depen

Figura 3. Regressão linear da circunferência média da copa, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'.

* e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Circunferência média da copa (m)

Figura 4. Relação entre circunferência média da copa e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 5. Regressão linear da altura média da planta, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'. * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 6. Relação entre altura média da planta e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 7. Regressão linear do diâmetro médio do tronco, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida' * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 8. Relação entre diâmetro médio do tronco e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

der da maior ou menor magnitude dos índices anuais, respectivamente. Dentro desse contexto constitui exceção o caráter espessura da casca, dado que as frutas de melhor aceitação pelo mercado consumidor distinguem-se por suas cascas mais finas. Pela Tabela A.3 (pág. 106) conclui-se que o ano de 1976, em termos globais, destacou-se como aquele cujas condições ecológicas foram, dentro do intervalo estudado, mais favoráveis ao desenvolvimento de frutos de melhor qualidade, ou seja, maiores e mais pesados, mais ricos em acidez e açúcares, com elevada relação acidez/sólidos solúveis (A/SS) e alta porcentagem de suco, sendo esta inferior, somente, àquela estabelecida em 1980. O ano de 1980, muito embora tenha determinado a produção de frutos com cascas menos espessas, o que configura um caráter desejável, causou, em contrapartida, reduções nos pesos e tamanhos dos mesmos, além de ter influenciado negativamente a produção de laranjas (Tabela A.1, pág. 104). Tal comportamento provavelmente se relaciona a decréscimos na atividade fisiológica das plantas, como parte de um ciclo de alternância de produções. Em continuação ao raciocínio aqui desenvolvido, o ano de 1978 desfavoreceu as porcentagens de suco e acidez total, bem como o teor de sólidos solúveis, enquanto que a relação A/SS foi prejudicada em 1977.

Os resultados da análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativos aos dados de peso, altura, diâmetro, espessura da casca, porcentagens de suco e de acidez total, teor de sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, obtidos durante o período 1976-1980, encontram-se agrupados na Tabela 10. Os efeitos de porta-enxertos mostraram-se significativos para a maioria dos caracteres de frutos considerados, exceção feita àqueles referentes às porcentagens de suco e de acidez total, assim como à relação A/SS, indicando que as influências dos porta-enxertos sobre a qualidade da laranja 'Natal' foram inexpressivas, em termos estatísticos, somente

Tabela 10. Análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, relativa a dados médios de peso (g), altura (cm), diâmetro (cm), espessura da casca (mm), suco (%), acidez total (%), sólidos solúveis (°brix) e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enchertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco repetições e cinco anos no Re-côncavo Baiano

Fontes de variação	GL	Quadrados médios							
		Peso	Altura	Diâ- metro	Espessura da casca	Suco	Acidez total	Sólidos solúveis	A/SS
Blocos (B)	4								
Porta-enxertos (T)	4	931,0474**	0,0649*	0,1109*	0,3485*	25,5629	0,007228	2,978541*	6,465338
Resíduo (a)	16	177,9914	0,0324	0,0284	0,0568	3,9831	0,006478	0,119264	1,195874
Anos (T')	4	5539,5294**	1,1809**	1,0085**	4,9939**	212,8032**	0,416051**	60,852009**	43,319768**
Interação T x T'	16	199,7860	0,0265	0,0295	0,1200	14,0325**	0,007060	0,810144**	1,689897**
Interação B x T'	16	318,4774	0,0516	0,0407	0,0644	2,7747	0,004148	0,248908	1,025239
Resíduo (b)	64	388,2892	0,0636	0,0597	0,1520	5,5207	0,006471	0,335937	0,646297
Total	124								

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

para as três variáveis mencionadas. O efeito de anos, por sua vez, apresentou alto nível de significância para a totalidade das características ora analisadas, refletindo a existência de diferenças ambientais entre os anos compreendidos no estudo. Quanto à interação porta-enxertos x anos, esta foi altamente significativa apenas para os dados de porcentagem de suco, teor de sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, evidenciando que, no tocante aos referidos caracteres, os genótipos avaliados manifestaram diferenças concernentes às suas respostas às variações anuais. A interação blocos x anos, estatisticamente, não se fez presente na análise como um todo, significando que o comportamento dos blocos manteve-se constante ao longo dos anos.

A qualidade da fruta cítrica é resultado da combinação de uma série de fatores, não podendo ser definida, portanto, pelo exame isolado de determinados caracteres de frutos. Assim sendo, o detalhamento dos porta-enxertos incluídos nesta pesquisa, efetuado através da análise da estabilidade fenotípica, envolveu todas as variáveis consideradas de interesse, mesmo aquelas que não se relacionaram a interações porta-enxertos x anos significativas, conforme demonstrado pela análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo (Tabela 10). Os resultados da análise da estabilidade, relativos à qualidade dos frutos, encontram-se reunidos na Tabela 11, onde se constata que os efeitos de porta-enxertos, em geral, são semelhantes àqueles distinguidos pela análise da variância em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Esta última, porém, ao contrário da primeira, não identifica, conforme foi citado, efeito de porta-enxertos para a porcentagem de suco, indicando, provavelmente, sua menor sensibilidade em comparação com a análise da estabilidade.

A variância de anos dentro de porta-enxertos,

Tabela 11. Análise da variância de dados médios de peso (g), altura (cm), diâmetro (cm), espessura da casca (mm), suco (%), acidez total (%), sólidos solúveis (^obrix) e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Reconcavo Baiano (adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	Peso		Altura		Diâmetro		Esp. casca	
		QM		QM		QM		QM	
Porta-enxertos	4	186,210**	0,0130*	0,0222**	0,0697*				
Anos dentro de porta-enxertos	20	253,547**	0,0515**	0,0451**	0,2190**				
Anos (linear)	1	4431,623**	0,9444**	0,8072**	3,9952**				
Anos (linear) x Porta-enxertos	4	65,409	0,0108*	0,0107*	0,0121				
Desvios da regressão reunidos	15	25,179	0,0028	0,0034	0,0224				
Resíduo combinado	80	74,865	0,0122	0,0112	0,0269				
Anos dentro de porta-enxertos	20	253,547**	0,0515**	0,0451**	0,2190**				
Efeito linear dos porta-enxertos:									
Limão Cravo	1	654,427**	0,1725**	0,1804**	1,0396**				
Laranja Caipira	1	1751,977**	0,1937**	0,2740**	0,5760**				
Limão Rugoso FM	1	1096,665**	0,2365**	0,1798**	0,9891**				
Tangerina Dancy	1	428,954*	0,0762**	0,0570**	0,7348**				
Limão Rugoso Fl.	1	761,235*	0,3085**	0,1587*	0,7042*				
Desvios da regressão dos porta-enxertos:									
Limão Cravo	3	10,954	0,0010	0,0011	0,0196				
Laranja Caipira	3	37,285	0,0044	0,0058	0,0143				
Limão Rugoso FM	3	0,908	0,0045	0,0010	0,0264				
Tangerina Dancy	3	27,399	0,0011	0,0043	0,0152				
Limão Rugoso Fl.	3	49,347	0,0030	0,0049	0,0364				
Resíduo combinado	80	74,865	0,0122	0,0112	0,0269				
C.V.%		3,88	1,50	1,43	4,16				

- continua -

Tabela 11. continuação

Fontes de variação	GL	Suco		GL	Acidez total		Sólidos solúveis		Acidez/sol. solúveis	
		QM			QM		QM		QM	
Porta-enxertos	4	5,113*		4	0,0014		0,5957*		1,2931*	
Anos dentro de porta-enxertos	20	10,757**		20	0,0176**		2,5637**		2,0032**	
Anos (linear)	1	170,184**		1	0,3328**		48,6816**		34,6558**	
Anos (linear) x Porta-enxertos	4	6,141*		4	0,0003		0,1785		0,3593	
Desvios da regressão reunidos	15(8) ^{a/}	1,360		15	0,0012		0,1252*		0,2647*	
Resíduo combinado	80	0,994		80	0,0012		0,0637		0,1444	
Anos dentro de porta-enxertos	20	10,757**		20	0,0176**		2,5637**		2,0032**	
Efeito linear dos porta-enxertos:										
Limão Cravo	1	9,512**		1	0,0559*		7,7861**		2,5182	
Laranja Caipira	1	34,448*		1	0,0697**		9,7901**		9,4351**	
Limão Rugoso FM	1	93,538*		1	0,0790**		10,4107**		7,3037*	
Tangerina Dancy	1	19,062**		1	0,0590**		14,1531**		8,2584**	
Limão Rugoso Fl.	1	38,189**		1	0,0705**		7,2557**		8,5774**	
Desvios da regressão dos porta-enxertos:										
Limão Cravo	3	0,074		3	0,0032		0,1426		0,5714*	
Laranja Caipira	3	2,681		3	0,0007		0,0923		0,1475	
Limão Rugoso FM	3	3,159*		3	0,0005		0,1315		0,2602	
Tangerina Dancy	3	0,434		3	0,0004		0,0578		0,1597	
Limão Rugoso Fl.	3	0,452		3	0,0008		0,2019*		0,1848	
Resíduo combinado	80	0,994		80	0,0012		0,0637		0,1444	
C.V. %		1,70			3,75		2,82		3,89	

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

^{a/} : graus de liberdade estimados para serem usados no teste F.

para a totalidade das características dos frutos, foi bem de finida pela regressão linear, verificando-se que os desvios da regressão reunidos mostraram-se significativos somente quanto ao teor de açúcares e relação A/SS. Esses resultados são corroborados pelos elevados coeficientes de determinação (R^2) obtidos para os distintos caracteres analisados, os quais, em sua maioria, foram superiores a 91%, sendo exceção o coeficiente de determinação constatado para a relação A/SS, cujo valor foi de 86,76% (Tabela 12). A interação porta-enxertos x anos (linear), por sua vez, apresentou níveis significantes para a altura, diâmetro e porcentagem de suco, o mesmo não se dando para as demais características dos frutos, estabelecendo que as respostas dos genótipos às variações anuais, refletidas por seus coeficientes de regressão linear, diferiram entre si com respeito apenas às três variáveis mencionadas. Esses resultados sugerem, a exemplo do que foi constatado por SANTOS (1980), em relação aos componentes primários da produção de feijão (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes), que as variações ambientais (anuais) afetaram de maneira independente os coeficientes de regressão linear associados aos diferentes caracteres de frutos.

O exame da segunda parte da Tabela 11 possibilita discriminar a influência de cada porta-enxerto sobre a qualidade da laranja 'Natal'. Os "cavalos" apresentaram respostas altamente significativas para o efeito linear, no que se refere à maioria das variáveis de frutos. Efeito linear não significativo foi obtido, unicamente, para a relação acidez/sólidos solúveis dos frutos produzidos por copas tendo como porta-enxerto o limão 'Cravo'. Esses resultados foram confirmados pelos coeficientes de determinação dos efeitos lineares (R^2), cujos níveis de significância se igualaram, em sua quase totalidade, aos dos efeitos lineares relativos a cada genótipo (Tabela 12). Quanto às variâncias dos desvios da regressão, efeitos significativos foram evidenciados para

Tabela 12. Valores médios ($\bar{X}$) de peso, altura, diâmetro, espessura da casca, suco, acidez total, sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, com os respectivos coeficientes de regressão (b), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) e coeficientes de determinação (R^2), considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Porta-enxertos	$\bar{X}$	$\% \frac{1}{\sqrt{}}$		b	$\hat{\sigma}_d^2$	R^2 (%)
Peso médio dos frutos						
Limão Cravo	219,15a ^{2/}	98,2	0,86	$\pm$ 0,11	10,954	95,22**
Laranja Caipira	232,93a	104,4	1,41	$\pm$ 0,20	37,285	94,00**
Limão Rugoso FM	224,78a	100,8	1,11*	$\pm$ 0,03	0,908	99,75**
Tangerina Dancy	217,84a	97,7	0,70	$\pm$ 0,18	27,399	83,92*
Limão Rugoso Fl.	220,60a	98,9	0,93	$\pm$ 0,24	49,347	83,72*
Média	223,06	100,0	1,00		25,179	91,32
Altura média dos frutos						
Limão Cravo	7,36a	99,9	0,96	$\pm$ 0,07	0,0010	98,33**
Laranja Caipira	7,45a	101,1	1,01	$\pm$ 0,15	0,0044	93,58**
Limão Rugoso FM	7,39a	100,3	1,12	$\pm$ 0,15	0,0045	94,63**
Tangerina Dancy	7,32a	99,3	0,64*	$\pm$ 0,08	0,0011	96,00**
Limão Rugoso Fl.	7,34a	99,6	1,28	$\pm$ 0,13	0,0030	97,08**
Média	7,37	100,0	1,00		0,0028	95,92
Diâmetro médio dos frutos						
Limão Cravo	7,35a	99,3	1,06	$\pm$ 0,08	0,0011	98,11**
Laranja Caipira	7,48a	101,1	1,30	$\pm$ 0,19	0,0058	94,06**
Limão Rugoso FM	7,44a	100,5	1,06	$\pm$ 0,08	0,0010	98,53**
Tangerina Dancy	7,32a	98,9	0,60	$\pm$ 0,16	0,0043	81,74*
Limão Rugoso Fl.	7,39a	99,9	0,99	$\pm$ 0,17	0,0049	91,47*
Média	7,40	100,0	1,00		0,0034	92,78
Espessura média da casca dos frutos						
Limão Cravo	3,86a	98,0	1,14	$\pm$ 0,16	0,0196	94,65**
Laranja Caipira	4,03a	102,3	0,85	$\pm$ 0,13	0,0143	93,07**
Limão Rugoso FM	4,08a	103,6	1,11	$\pm$ 0,18	0,0264	92,59**
Tangerina Dancy	3,80a	96,4	0,96	$\pm$ 0,14	0,0152	94,16**
Limão Rugoso Fl.	3,93a	99,8	0,94	$\pm$ 0,21	0,0364	86,58*
Média	3,94	100,0	1,00		0,0224	92,21

- continua -

Tabela 12. continuação

Porta-enxertos	$\bar{X}$	%	b	$\hat{\sigma}_d^2$	R^2 (%)
Porcentagem média de suco dos frutos					
Limão Cravo	58,66a	100,3	0,53** + 0,05	0,074	97,72**
Laranja Caipira	59,02a	100,9	1,01 + 0,28	2,681	81,07*
Limão Rugoso FM	57,27a	97,9	1,66 + 0,30	3,159*	90,80*
Tangerina Dancy	59,83a	102,3	0,75 + 0,11	0,434	93,61**
Limão Rugoso Fl.	57,79a	98,8	1,06 + 0,12	0,452	96,57**
Média	58,51	100,0	1,00	1,360	91,95
Porcentagem média de acidez total dos frutos					
Limão Cravo	0,907a	98,0	0,92 + 0,22	0,0032	85,19*
Laranja Caipira	0,908a	98,2	1,02 + 0,10	0,0007	96,96**
Limão Rugoso FM	0,946a	102,3	1,09 + 0,09	0,0005	98,00**
Tangerina Dancy	0,935a	101,1	0,94 + 0,08	0,0004	97,79**
Limão Rugoso Fl.	0,927a	100,2	1,03 + 0,11	0,0008	96,58**
Média	0,925	100,0	1,00	0,0011	94,90
Teor médio de sólidos solúveis dos frutos					
Limão Cravo	9,26a	103,7	0,89 + 0,12	0,1426	94,79**
Laranja Caipira	9,10a	101,9	1,00 + 0,10	0,0923	97,25**
Limão Rugoso FM	8,51a	95,3	1,03 + 0,12	0,1315	96,35**
Tangerina Dancy	9,18a	102,8	1,21 + 0,08	0,0578	98,79**
Limão Rugoso Fl.	8,62a	96,5	0,86 + 0,14	0,2019*	92,29**
Média	8,93	100,0	1,00	0,1252	95,89
Relação acidez/sólidos solúveis dos frutos					
Limão Cravo	10,30a	105,4	0,60 + 0,29	0,5714*	59,50
Laranja Caipira	10,15a	103,9	1,17 + 0,15	0,1475	95,52**
Limão Rugoso FM	9,08a	92,9	1,03 + 0,19	0,2602	90,34*
Tangerina Dancy	9,88a	101,1	1,09 + 0,15	0,1597	94,52**
Limão Rugoso Fl.	9,43a	96,5	1,11 + 0,16	0,1848	93,93**
Média	9,77	100,0	1,00	0,2647	86,76

^{1/}: porcentagem em relação a média.

^{2/}: valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

os limões 'Rugoso FM', 'Rugoso da Flórida' e 'Cravo', no tocante à porcentagem de suco, teor de sólidos solúveis e relação A/SS, respectivamente, expressando a imprevisibilidade do comportamento desses porta-enxertos com relação às referidas características.

Os coeficientes de regressão, com base na significância da interação porta-enxertos x anos (linear), diferiram entre si com respeito somente à altura, diâmetro e porcentagem de suco dos frutos, conforme já comentado. O emprego do teste t, por sua vez, acusou que os coeficientes de regressão relativos à altura, porcentagem de suco e peso dos frutos, foram os únicos que diferiram de 1,00, coincidindo tais observações, portanto, com as indicações da análise da estabilidade concernentes apenas aos dois primeiros caracteres de frutos. A não constatação de diferenças entre os coeficientes de regressão associados ao diâmetro dos frutos, pelo teste t, foi devida, particularmente, aos altos desvios apresentados pelos valores numericamente mais afastados de 1,00. Esse teste, por outro lado, pôde estabelecer que o coeficiente de regressão do limão 'Rugoso FM', referente ao peso dos frutos, foi estatisticamente superior a 1,00, em virtude do reduzido desvio a ele relacionado. Considerando os resultados obtidos com base no teste t, pelo fato de serem específicos a cada porta-enxerto, verifica-se que todos os coeficientes de regressão linear atinentes à laranja 'Caipira' e ao limão 'Rugoso da Flórida' não diferiram significativamente de 1,00. O limão 'Cravo' apresentou, relativamente à porcentagem de suco, um coeficiente de regressão inferior a 1,00 altamente significativo, definindo uma forte tendência no sentido de manter constante a porcentagem de suco dos frutos produzidos pelas copas de laranja 'Natal', independentemente das variações anuais. Situação semelhante, embora menos acentuada, foi constatada para a tangerina 'Dancy',

no que diz respeito à altura dos frutos. O limão 'Rugoso FM', por sua vez, manifestou uma propensão quanto à indução de desenvolvimento de laranjas mais pesadas sob condições ecologicamente mais favoráveis à essa característica de frutos, conforme se verifica por sua associação a um coeficiente de regressão significativamente superior a 1,00 (Tabela 12). Coeficientes de regressão iguais à unidade, convém salientar, indicam uma tendência relacionada à manifestação de respostas crescentes, relativas às variáveis consideradas, frente à melhoria das condições ambientais.

Em resumo, a laranja 'Caipira', segundo o critério de estabilidade proposto por EBERHART e RUSSEL (1966), destacou-se como o genótipo de melhor comportamento, dado que apresentou, para todos os caracteres de frutos analisados, desvios da linearidade estatisticamente nulos e coeficientes de regressão que, de acordo com o teste t, não diferiram da unidade, sendo que as médias fenotípicas observadas para esse porta-enxerto foram, em sua maioria, ligeiramente superiores à média geral, constituindo exceção a porcentagem de acidez total. No que se refere à espessura da casca dos frutos, cabe esclarecer: situações mais favoráveis seriam aquelas relacionadas a baixos valores para essa característica, associadas a coeficientes b inferiores a 1,00, tendo-se em vista que as frutas cítricas de melhor qualidade são reconhecidas, entre outros fatores, por suas cascas mais finas, conforme já salientado.

A tangerina 'Dancy' apresentou, igualmente, comportamentos previsíveis no tocante à todas as características ora consideradas. Os frutos produzidos por combinações envolvendo esse "cavalo", entretanto, foram os de menor peso e tamanho, com tendência a não manifestarem acréscimos satisfatórios, quanto à expressão dessas variáveis, em res-

posta à melhoria das condições ambientais, conforme se evidencia por coeficientes de regressão numericamente menores que 1,00, sendo que o b associado à altura dos frutos teve valor significativamente inferior à unidade, segundo já comentado. No que concerne às porcentagens de suco e acidez total, quantidade de açúcares e relação A/SS, os valores observados para o porta-enxerto em questão mostraram pequena superioridade em relação à média geral.

Quanto ao limão 'Cravo', a relação acidez/sólidos solúveis dos frutos produzidos a partir de sua combinação com a laranja 'Natal', apesar de superior à média do conjunto de genótipos, não se ajustou ao modelo linear considerado no presente estudo, como consequência da não significância dos efeitos lineares observados para essa característica, a par da ocorrência de desvios significativos da regressão, conforme relato anterior. Seu comportamento, porém, foi previsível com respeito aos outros sete caracteres de frutos analisados. Aspecto de especial interesse, associado ao citado limão, refere-se à sua pouca sensibilidade às variações anuais relativamente à porcentagem de suco, cujos níveis além de atenderem às exigências de mercado, sendo em média pouco mais elevados que a média geral, tenderam a permanecer constantes ao longo dos anos, segundo demonstrado por um coeficiente de regressão significativamente inferior a 1,00. Os valores de peso, tamanho e acidez total dos frutos, relacionados à esse "cavalo", foram ligeiramente inferiores aos das médias gerais correspondentes, dando-se o contrário para o teor de açúcares, bem como para a relação A/SS e porcentagem de suco, estes últimos já discutidos.

Respostas não previstas pelo modelo linear empregado na análise da estabilidade fenotípica, referentes ao teor de sólidos solúveis e à porcentagem de suco, foram obtidas para os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', respec

tivamente, conforme indicado por desvios significativos da linearidade. O peso, tamanho, espessura da casca e porcentagem de acidez total dos frutos, induzidos por esses porta-enxertos, apresentaram valores médios próximos aos das respectivas médias gerais, com pequena vantagem em favor do limão 'Rugoso FM'. No que tange à porcentagem de suco, teor de sólidos solúveis e à relação A/SS, os valores médios observados situaram-se abaixo das médias gerais correlatas, verificando-se agora uma leve superioridade do limão 'Rugoso da Flórida' em relação ao 'Rugoso FM'.

Os comportamentos manifestados pelos distintos porta-enxertos, concernentes às características físico-químicas induzidas à laranja 'Natal', em geral não apresentaram grandes discrepâncias entre si, sendo ilustrados nas Figuras 9 a 24. A má qualidade comumente atribuída aos frutos produzidos por combinações tendo o limão 'Rugoso da Flórida' como porta-enxerto (COOK *et alii*, 1952; MONTENEGRO *et alii*, 1961; MOREIRA *et alii*, 1960, HEARN *et alii*, 1974, SALIBE e MISCHAN 1978) não foi confirmada pelo presente trabalho. Apesar da porcentagem de suco, teor de açúcares e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos terem apresentado valores inferiores em combinações com os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', as diferenças em relação aos demais porta-enxertos foram pouco pronunciadas. As laranjas produzidas por copas sustentadas por esses limões, em contrapartida, caracterizaram-se por médias de peso, tamanho e porcentagem de acidez total superiores às do limão 'Cravo', porta-enxerto hoje mais difundido na citricultura brasileira.

Figura 9. Regressão linear do peso médio dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'.
* e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Peso médio dos frutos (g)

Figura 10. Relação entre peso médio dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 11. Regressão linear da altura média dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'. * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 12. Relação entre altura média dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 13. Regressão linear do diâmetro médio dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso PM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'. * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 14. Relação entre diâmetro médio dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 15. Regressão linear da espessura média da casca dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'. * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 16. Relação entre espessura média da casca dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 17. Regressão linear da porcentagem média de suco dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para cada variedade de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FH', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'.
* e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 18. Relação entre porcentagem média de suco dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para cada variedade de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 19. Regressão linear da percentagem média de acidez total dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso PM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida'. * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 20. Relação entre percentagem média de acidez total dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 21. Regressão linear do teor médio de sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso FM', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida', * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 22. Relação entre teor médio de sólidos solúveis dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Figura 23. Regressão linear da relação ácidoz/sólidos solúveis dos frutos, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

Legenda: 1. Limão 'Cravo', 2. Laranja 'Caipira', 3. Limão 'Rugoso PH', 4. Tangerina 'Dancy', 5. Limão 'Rugoso da Flórida' * e ** indicam a significância dos desvios da regressão linear a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 24. Relação entre relação ácidoz/sólidos solúveis dos frutos e coeficientes de regressão linear, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal', ensaiados em cinco anos no Recôncavo Baiano.

4.4. Considerações gerais

Face ao número de anos abrangidos no presente estudo e à metodologia utilizada, pôde-se avaliar, de maneira pormenorizada, o comportamento das diferentes combinações cítricas ao longo da maior parte do período de vida útil do pomar experimental. A variância de anos dentro de porta-enxertos, relativa à totalidade das características analisadas, foi explicada, em sua maior parte, pela regressão linear, fato este corroborado pelos elevados valores constatados para os coeficientes de determinação dos efeitos lineares (R^2), os quais variaram entre um limite mínimo de 86,76%, verificado para a relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, e um limite máximo superior a 99%, observado para os caracteres de vigor [Tabelas 5 (pág. 45), 6 (pág. 47), 8 (pág. 55), 9 (pág. 56), 11 (pág. 65) e 12 (pág. 68)].

Considerando os resultados obtidos, segundo um exame global, os limões rugosos destacaram-se como os "cavalos" que induziram maior produtividade e vigor às copas de laranja 'Natal', a par de uma qualidade de frutos compatível com aquelas apresentadas pelos demais porta-enxertos. Os referidos genótipos, além disso, manifestaram comportamento previsível no que diz respeito à maioria das variáveis estudadas, sendo exceção o teor de sólidos solúveis e a porcentagem de suco dos frutos, respectivamente para os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM'. A tangerina 'Dancy', malgrado a previsibilidade de seu comportamento quanto à totalidade das características avaliadas, foi o porta-enxerto que determinou menor produção de frutos, condição esta que, por si só, contra-indica seu emprego em combinações com laranja 'Natal'. O limão 'Cravo' e a laranja 'Caipira', finalmente, caracterizaram-se por influenciar níveis de produtividade e vigor intermediários àqueles identificados para os limões rugo

sos, num extremo, e a tangerina 'Dancy', no outro. Ambos manifestaram respostas imprevisíveis concernentes à produção e ao vigor das copas (circunferência da copa), sendo que o limão 'Cravo' também apresentou comportamento imprevisível no tocante à relação acidez/sólidos solúveis dos frutos. Com base nessas considerações pode-se afirmar, portanto, que os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM' distinguem-se, dentro do conjunto de genótipos analisados, como os "cavalos" mais recomendáveis para a laranja 'Natal'. Esses resultados, cabe esclarecer, são específicos às condições do experimento.

A metodologia empregada na avaliação da estabilidade fenotípica dos porta-enxertos incluídos nesta pesquisa, contudo, tem seus inconvenientes, tais como o fato de que os índices utilizados na caracterização dos ambientes provêm de médias calculadas a partir dos próprios dados que estão sendo analisados, comprometendo, desse modo, sua independência (EBERHART e RUSSEL, 1966 e FREEMAN, 1973). Outro aspecto a ser observado refere-se ao processo estatístico em si, que força os resultados no sentido da linearidade e da obtenção de coeficientes de regressão em torno da unidade, conforme já mencionado. Além disso, as avaliações relativas à qualidade dos frutos teriam maior validade caso fossem efetuadas a partir de frutos que se encontrassem no ponto ideal de colheita, sendo necessário, para tanto, o estabelecimento prévio das curvas de maturação específicas às diferentes combinações copa/porta-enxerto. Muito embora as restrições metodológicas apresentadas, as informações oferecidas pelo procedimento matemático desenvolvido por EBERHART e RUSSEL (1966) permitem uma identificação mais consciente dos genótipos que, dentro de um determinado conjunto, se mostram superiores. Estudos dessa natureza, convém destacar, são de extrema importância em um programa voltado para a diversificação de porta-enxertos, cuja execução, há muito, espera por uma definição concreta, tendo-se em vista o iminente perigo que compromete a citricultura brasileira, decorrente do uso quase exclusivo de um único "cavalo", o limão 'Cravo'.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem o estabelecimento das seguintes conclusões:

- a. A produção de frutos, assim como as características de vigor da copa e qualidade dos frutos consideradas, apresentaram relações predominantemente lineares frente às variações ecológicas anuais.
- b. Muito embora a interação porta-enxertos x anos seja explicada, em grande parte, por efeitos de natureza aditiva, efeitos multiplicativos também se fazem presentes na ação das variações anuais sobre o comportamento da produção das combinações cítricas avaliadas.
- c. As magnitudes dos coeficientes de regressão linear e das médias fenotípicas apresentaram, em geral, tendências unidirecionais, particularmente no que concerne aos dados de produção de frutos e vigor da copa, situação esta geralmente observada em outros estudos de estabilidade fenotípica. Considerando-se que a maioria das avaliações expe-

rimentais compreendeu plantas em desenvolvimento, pode-se concluir que os coeficientes de regressão associados aos dados de vigor caracterizam a influência dos diferentes porta-enxertos sobre as taxas de crescimento das copas de laranja 'Natal', enquanto que aqueles relacionados aos dados de produção correspondem a coeficientes de crescimento da produção das combinações cítricas ao longo dos anos.

- d. Os porta-enxertos incluídos no presente estudo, em termos gerais, apresentaram comportamentos diferenciados no que diz respeito ao padrão e previsibilidade de suas respostas às variações anuais, dada a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas, ou simplesmente numéricas, verificadas para seus coeficientes de regressão e variâncias dos desvios da regressão, respectivamente. Essa observação é válida tanto para os dados de produção de frutos como para aqueles relativos ao vigor da copa e qualidade dos frutos.
- e. Considerando o conjunto de porta-enxertos analisados, as variáveis referentes à altura da planta, diâmetro do tronco, assim como aquelas associadas ao peso, altura, diâmetro, espessura da casca e porcentagem de acidez total dos frutos, manifestaram comportamentos mais previsíveis em comparação com o que se deu para a produção de frutos, circunferência da copa e demais características de qualidade dos frutos, quais sejam, porcentagem de suco, teor de sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis.
- f. A tangerina 'Dancy', no conjunto de porta-enxertos analisados, destacou-se como aquele que apresentou comportamento previsível para a totalidade das características avaliadas, visto que relacionou-se a variâncias dos desvios

da regressão não significativas. Sua utilização em combinações com a laranja 'Natal', porém, é contra-indicada como decorrência das baixas produções que essa tangerina de terminou às copas.

- g. Os limões 'Rugoso da Flórida' e 'Rugoso FM', dentre os cinco "cavalos" compreendidos pelo presente trabalho, foram os que induziram maior vigor e produtividade à copa de laranja 'Natal', além de manifestarem comportamento previsível no que tange à maioria das variáveis estudadas, sendo exceção o teor de sólidos solúveis e a porcentagem de suco dos frutos, respectivamente para o primeiro e segundo porta-enxertos mencionados. Com base em um exame global das características avaliadas pode-se concluir que esses genótipos foram aqueles que melhor se comportaram em combinação com a laranja 'Natal', em relação aos demais "cavalos" ensaiados.
- h. O limão 'Cravo', porta-enxerto atualmente mais empregado na citricultura brasileira, mostrou-se inadequado ao suporte de copas da referida laranja doce, face à imprevisibilidade do seu comportamento no tocante à produção de frutos, circunferência da copa e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, a par de níveis de produtividade inferiores àqueles constatados para os limões rugosos anteriormente citados, considerando-se as condições do experimento. Situação semelhante foi verificada para a laranja 'Caipira', exceção feita à previsibilidade do comportamento da relação acidez/sólidos solúveis dos frutos.
- i. O método de avaliação da estabilidade fenotípica desenvolvido por Eberhart e Russel, por ter permitido um detalhamento pormenorizado das respostas de cada combinação co-

pa/porta-enxerto às variações ecológicas anuais, é indicado como importante ferramenta auxiliar na identificação de genótipos superiores dentro de um programa de diversificação de porta-enxertos, particularmente em citros e em outras culturas semelhantes.

6. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. e D.B. SHANK, 1959. The relationship of heterozygosity to homeostasis in maize hybrids. *Genetics*. Austin, 44: 777-786.
- ALLARD, R.W., 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. *Crop Science*. Madison, 1: 127-133.
- ALLARD, R.W. e A.D. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*. Madison, 4: 503-508.
- ALLARD, R.W. e P.L. WORKMAN, 1963. Population studies in predominantly self-pollinated species. IV. Seasonal fluctuations in estimated values of genetic parameters in lima bean populations. *Evolution*. Lawrence, 17: 470-480.
- AMARO, A.A., 1982. São Paulo. In: TEÓFILO Sobrinho, J. Ed. *Laranja*. Cordeirópolis, Estação Experimental de Limeira/ Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, p. 69-101.

- BECKER, H.C., 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*. Wageningen, 30: 835-840.
- BILBRO, J.D. e L.L. RAY, 1976. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. *Crop Science*. Madison, 16: 821-824.
- BONATO, E.R., 1978. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP, 75 p. (Dissertação de Mestrado).
- BREESE, E.L., 1969. The measurement and significance of genotype-environment interactions in grasses. *Heredity*. Edinburgh, 24: 27-44.
- BUCIO ALANIS, L., 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. *Heredity*. Edinburgh, 21: 387-397.
- BUCIO ALANIS, L. e J. HILL, 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. II. Heterozygotes. *Heredity*. Edinburgh, 21: 399-405.
- BUCIO ALANIS, L., J.M. PERKINS e J.L. JINKS, 1969. Environmental and genotype-environmental components of variability. V. Segregating generations. *Heredity*. Edinburgh, 24: 115-127.
- BUSH, R.H., J. HAMMOND e R.C. FROHBERG, 1976. Stability and performance of hard red spring wheat bulks for grain yield. *Crop Science*. Madison, 16: 256-259.
- CAMERON, J.W. e H.B. FROST, 1968. Genetics, breeding, and nucellar embryony. In: REUTHER, W., L.D. BATCHELOR e H.J. WEBBER, Ed. *The Citrus Industry*. Berkeley, University of California Press, 2: 325-370.

- CASTLE, W.S., 1979. Controlling citrus tree size with rootstocks and viruses for higher density plantings. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Orlando, 91: 46-50.
- CASTLE, W.S. e A.H. KREZDORN, 1974. Rootstock effects on root distribution and leaf mineral content of 'Orlando' tangelo trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Orlando, 86: 80-84.
- CHAPOT, H., 1975. The citrus plant. In: HÄFLIGER, E., Ed. *Citrus*. Basileia, CIBA-GEIGY Ltd., p. 6-13.
- CHAVES, L.J., 1982. Um modelo não-linear aplicado ao estudo das interações de genótipos com ambientes. Piracicaba, ESALQ/USP, 102 p. (Dissertação de Mestrado).
- COCKERHAM, C.C., 1961. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. *Crop Science*. Madison, 1: 47-52.
- COMSTOCK, R.E., 1955. Theory of quantitative genetics: synthesis. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. New York, 20: 93-102.
- COMSTOCK, R.E. e R.H. MOLL, 1963. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, Ed. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington, National Academy of Sciences, p. 164-196.
- COOK, J.A.; G.E. HORANIC e F.E. GARDNER, 1952. Citrus rootstock trials. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Orlando, 65: 69-77.

- CUNHA Sobrinho, A.P. da; W. dos S. SOARES Filho e O.S. PASSOS, 1978. Porta-enxertos para laranja 'Baianinha' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, 1(3): 17-24.
- CUNHA Sobrinho, A.P. da; W. dos S. SOARES Filho e O.S. PASSOS, 1980. *Porta-enxertos para citros*. Circular técnica 3, Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMPF. 16 p.
- DORNELLES, C.M.M., 1981. Porta-enxertos para mandarinhas (*Citrus deliciosa* Tenore) no Rio Grande do Sul. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2: 702-708.
- EASTON, H.S. e R.J. CLEMENTS, 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 80: 43-52.
- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1966. Stability parameters of comparing varieties. *Crop Science*. Madison, 6: 36-40.
- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1969. Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. *Crop Science*. Madison, 9: 357-361.
- EBERHART, S.A.; W.A. RUSSEL e L.H. PENNY, 1964. Double cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. *Crop Science*. Madison, 4: 363-366.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1977. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco; Estado da Bahia*. Rio de Janeiro, p. 136-137. (Boletim Técnico, 52).

- FIGUEIREDO, J.O. de; J. POMPEU Junior; O. RODRIGUEZ, A.A. CAETANO; T.R. ROCHA e T. IGUE, 1981. Competição de dez porta-enxertos para laranjeira-barão *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2: 501-516.
- FINLAY, K.W. e G.N. WILKINSON, 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. Victoria, 14: 742-754.
- FISHER, R.A. e W.A. MACKENZIE, 1923. Studies in crop variation. II. The manurial response of different potato varieties. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 13: 311-320.
- FREEMAN, G.H., 1973. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. *Heredity*. Edinburgh, 31: 339-354.
- FREY, K.J., 1972. Stability indexes for isolines of oats (*Avena sativa* L.). *Crop Science*. Madison, 12: 809-812.
- FREY, K.J. e U. MALDONADO, 1967. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and suboptimum environments. *Crop Science*. Madison, 7: 532-535.
- HALDANE, J.B.S., 1954. *The Biochemistry of Genetics*. London, George Allen & Unwin Ltd. 144 p.
- HANSON. W.D., 1970. Genotypic stability. *Theoretical and Applied Genetics*. Berlin, 40: 226-231.
- HEARN, C.J.; D.J. HUTCHINSON e H.C. BARRET, 1974. Breeding citrus rootstocks. *Hortscience*. Mount Vernon, 9: 357-358.

- JAIN, S.K. e R.W. ALLARD, 1960. Population studies in predominantly self-pollinated species, I. evidence for heterozygote advantage in a closed population of barley. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Washington D.C., 46: 1371-1377.
- JENSEN, N.F., 1952. Intra-varietal diversification in oat breeding. *Agronomy Journal*. Madison, 44: 30-34.
- JOWETT, D., 1972. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. *Crop Science*. Madison, 12: 314-317.
- KALIL Filho, A.N., 1982. Potencial de produtividade e estabilidade fenotípica na caracterização de clones de seringueira (*Hevea* spp.). Piracicaba, ESALQ/USP, 116 p. (Dissertação de Mestrado).
- KNIGHT, R., 1970. The measurement and interpretation of genotype-environment interactions. *Euphytica*. Wageningen, 19: 225-235.
- LERNER, I.M., 1954. *Genetic Homeostasis*. Edinburgh, Oliver and Boyd. 134 p.
- LEVINS, R., 1963. Theory of fitness in a heterogeneous environment. II. Developmental flexibility and niche selection. *American Naturalist*. Tempe, 97: 75-90.
- LEWIS, D., 1954. Gene-environmental interaction: a relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. Edinburgh, 8: 333-356.
- LEWONTIN, R.C., 1957. The adaptations of populations to varying environments. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. New York, 22: 395-408.

- MAGALHÃES, A.C. e W.J. da SILVA, 1978. Determinantes genético-fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIA-NI, E., Coord. *Melhoramento e Produção do Milho no Bra-síl*. Piracicaba / ESALQ, Marprint, p. 349-375.
- MARIOTTI, J.A.; E.S. OYARZABAL; J.M. OSA; A.N.R. BULACIO e G.H. ALMADA, 1976. Analisis de estabilidad y adaptabili-dad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones den-tro de una localidad experimental. *Revista Agronomica Del Nordeste Argentino*. Tucuman, 8: 105-118.
- MATHER, K., 1953. Genetical control of stability in development. *Heredity*. Edinburgh, 7: 297-336.
- MENDES, L.O.T., 1936. *A maturação dos frutos cítricos*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio. 9 p.
- MONTENEGRO, H.W.S.; S. MOREIRA; F.P. GOMES e B. CINTRA, 1959. Influência do porta-enxerto no número de sementes da la-ranja. In: Anais da ESALQ. Piracicaba/USP, 16: 79-85.
- MONTENEGRO, H.W.S.; S. MOREIRA; V.G. de OLIVEIRA e F.P. GO-MES, 1961. *Influência da interação enxêrto "cavalo" so-bre algumas características físico-químicas da laranja*. Piracicaba, ESALQ. 15 p. (Boletim, 18).
- MOREIRA, S., 1980. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O. e F. VIEGAS, Coord. *Citricultura Brasilei-ra*. Campinas, Fundação Cargill, 1: 1-28.
- MOREIRA, S.; V.G. OLIVEIRA e E. ABRAMIDES, 1960. Experimen-tos de cavalos para citros. III. *Bragantia*. Campinas, 19: 961-995.
- NASPOLINI Filho, V., 1975. Variabilidade fenotípica e esta-bilidade em híbridos simples, híbridos duplos, varieda-des e compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 68 p. (Dissertação de Mestrado).

- OLIVEIRA, A.C. de, 1976. Comparação de alguns métodos de de terminação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, UnB, 64 p. (Dissertação de Mestrado).
- PALOMO G., A. e J. MOLINA G., 1975. Estabilidad del rendimiento en variedades del algodónero (*G. hirsutum* L.) para la Comarca Lagunera. *Agrociência*. Chapingo, nº 21, p. 67-76.
- PARENTE, T.V.; J.K. de A. MATTOS e F.C.C. SILVA, 1981. Competição de 14 porta-enxertos para tangerineira Ponkan em solo de cerrado a nível de viveiro. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2: 517-529.
- PARODA, R.S. e J.D. HAYES, 1971. An investigation of genotype-environment interactions for rate of ear emergence in spring barley. *Heredity*. Edinburgh, 26: 157-175.
- PASSOS, O.S.; A.P. da CUNHA Sobrinho e Y. da S. COELHO, 1973. Comportamento de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. no Estado da Bahia. In: II Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1: 149-157.
- PASSOS, O.S.; A.P. da CUNHA Sobrinho e Y. da S. COELHO, 1976. Comportamento de híbridos e seleções de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. e de outros porta-enxertos no Estado da Bahia. In: III Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1: 77-90.
- PATANOTHAI, A. e R.E. ATKINS, 1974. Yield stability of single crosses and three-way hybrids of grain sorghum. *Crop Science*. Madison, 14: 287-290.

- PERKINS, J.M. e J.L. JINKS, 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity*. Edinburgh, 23: 339-356.
- PFAHLER, P.L., 1972. Relationship between grain yield and environmental variability in oats (*Avena sp.*). *Crop Science*. Madison, 12: 254-255.
- PFAHLER, P.L. e H.F. LISKENS, 1979. Yield stability and population diversity in oats (*Avena sp.*). *Theoretical and Applied Genetics*. Berlin, 54: 1-5.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. *Curso de Estatística Experimental*. 6.^a ed. Piracicaba, Livraria Nobel S/A. 430 p.
- PLAISTED, R.L., 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *American Potato Journal*. New Brunswick, 37: 166-172.
- PLAISTED, R.L. e L.C. PETERSON, 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *American Potato Journal*. New Brunswick, 36: 381-385.
- POMPEU Junior, J.; J.O. de FIGUEIREDO; J. ALOISI Sobrinho; T.IGUE e A.A. SALIBE, 1981. Comportamento da laranjeira-valência *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, em 18 porta-enxertos. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2: 530-541.
- POMPEU Junior, J.; J.O. de FIGUEIREDO; J. TEÓFILO Sobrinho; J. de P. N. JORGE e A.A. SALIBE, 1978. Porta-enxertos para laranjeira-hamlin. In: IV Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 105-110.

- PROBST, A.H., 1957. Performance of variety blends in soybeans. *Agronomy Journal*. Madison, 49: 148-150.
- QUISENBERRY, J.E. e R.J. KOHEL, 1971. Phenotypic stability of cotton. *Crop Science*. Madison, 11: 827-829.
- RASMUSSEN, D.C. e J.W. LAMBERT, 1961. Variety x environment interactions in barley variety tests. *Crop Science*. Madison, 1: 261-262.
- REICH, V.H. e R.E. ATKINS, 1970. Yield stability of four population types of grain sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, in different environments. *Crop Science*. Madison, 10: 511-517.
- ROWE, P.R. e R.H. ANDREW, 1964. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. *Crop Science*. Madison, 4: 563-567.
- SALIBE, A.A., 1978. Importância do porta-enxerto na citricultura. In: V Encontro Nacional de Citricultura. Rio de Janeiro, PESAGRO - Sociedade Brasileira de Fruticultura, 14 p.
- SALIBE, A.A. e M.M. MISCHAN, 1978. Efeito do porta-enxerto e da localidade nas características de cinco variedades de laranja doce, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: IV Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 93-104.
- SALIBE, A.A. e M.M. MISCHAN, 1981. Comportamento do limoeiro feminello santa teresa enxertado sobre limoeiro cravo e sobre quatro seleções de limoeiro volkameriano. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2: 542-551.

- SAMUEL, C.J.A.; J. HILL; E.L. BREESE e A. DAVIES, 1970.
Assessing and predicting environmental response in *Lolium perenne*. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 75: 1-9.
- SANTOS, J.B. dos, 1980. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 110 p. (Dissertação de Mestrado).
- SERAPHIN, J.C., s.d. Um método de determinação da estabilidade em plantas: seminário. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Matemática e Estatística, 20 p.
- SNEDECOR, G.W., 1957. *Statistical Methods*. 5, Ames, Iowa State College Press. 534 p.
- SOARES Filho, W. dos S.; CUNHA Sobrinho; A.P. da e O.S. PASSOS, 1980. Porta-enxertos para laranja 'Natal'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 15: 471-474.
- SPRAGUE, G.F. e W.T. FEDERER, 1951. A comparison of variance components in corn yield trials: II. Error, year x variety, location x variety, and variety components. *Agronomy Journal*. Madison, 43: 535-541.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, Mc Graw Hill Book Company, Inc. 481 p.
- St-PIERRE, C.A.; H.R. KLINCK e F.M. GAUTHIER, 1967. Early generation selection under different environments as it influences adaptation of barley. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, 47: 507-517.

- TAI, G.C.C., 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Science*. Madison, 11: 184-190.
- TEÓFILO Sobrinho, J.; S. SIMÃO; D. BARBIN e J. POMPEU Junior, 1973. Produtividade por metro cúbico e vigor da laranjeira-valência sobre diferentes porta-enxertos. In: II Congresso Brasileiro de Fruticultura. *Anais*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1: 331-341.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., Coord. *Melhoramento e Produção do Milho no Brasil*. Piracicaba/ESALQ, Marprint, p. 122-201.
- VENCOVSKY, R. e I.O. GERALDI, 1977. Um modelo multiplicativo aplicado à análise de produção de grãos. *Relatório Científico do Departamento de Genética e Instituto de Genética*. Piracicaba, ESALQ/USP, 11: 157-165.
- VERMA, M.M.; B.R. MURTY e H. SINGH, 1972. Adaptation and genetic diversity in soybean. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. New Delhi, 32: 266-275.
- WUTSCHER, H.K. e A.V. SHULL, 1976. Performance of 'Marrs' early orange on eleven rootstocks in South Texas. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Mount Vernon, 101: 158-161.
- YATES, F. e W.G. COCHRAN, 1938. The analysis of groups of experiments. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 28: 556-580.

G L O S S Á R I O

GLOSSÁRIO

- Nomenclatura comum e científica de cultivares e tipos híbridos, relativa aos materiais cítricos citados no texto.

Nomenclatura comum	Nomenclatura científica
Chinesa box orange	<i>Severinia buxifolia</i> (Poir) Ten.
Laranja 'Azeda'	<i>Citrus aurantium</i> L.
Laranjas doces:	
{ 'Baianinha', 'Barão',	
{ 'Caipira', 'Florida Sweet',	
{ 'Hamlin', 'Itaboraí', 'Ma-	
{ racanã', 'Marrs', 'Natal',	
{ 'Parson Brown', 'Pera',	
{ 'Ruby', 'Valência', 'Westin'	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
'Lima da Pérsia'	<i>Citrus limettoides</i> Tan.
Limões:	
'Cravo'	<i>Citrus limonia</i> Osbeck
'Eureka', 'Feminello'	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.
{ 'Rugoso', 'Rugoso da	
{ Flórida', 'Rugoso FM',	
{ 'Rugoso Nacional'	<i>Citrus jambhiri</i> Lush.
'Volkameriano'	<i>Citrus volkameriana</i> Ten. et Pasq.
Tangerinas:	
{ 'Batangas', 'Kinnow', 'One-	
{ co', 'Poncã', 'Swatow'	<i>Citrus reticulata</i> Blanco
'Cleópatra'	<i>Citrus reshni</i> Hort. ex Tan.
'Dancy'	<i>Citrus tangerina</i> Hort. ex Tan.
'King'	<i>Citrus nobilis</i> Loureiro
{ 'Mexerica', 'Mexerica do	
{ Rio', 'Willow leaf'	<i>Citrus deliciosa</i> Ten.
'Sunki'	<i>Citrus sunki</i> Hort. ex Tan.

- continua -

continuação

Nomenclatura comum	Nomenclatura científica
Trifoliata	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.
Citrândarin	<i>Poncirus trifoliata</i> x <i>Citrus reticulata</i>
Citrango	<i>Poncirus trifoliata</i> x <i>Citrus sinensis</i>
Citrumelo	<i>Citrus paradisi</i> Macf. x <i>Poncirus trifoliata</i>
Tangelo	<i>Citrus reticulata</i> x <i>Citrus paradisi</i>

A N E X O

Tabela A.1. Produções médias de frutos (kg/planta), índices anuais (I_k) e estimativas de α_i e $(1 + \beta_k)$, relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e onze anos.

Porta-enxertos	Anos											$\hat{\alpha}_i$	$\bar{Y}_i$
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980		
Limão Cravo	149,35	83,96	53,33	123,10	160,01	126,15	201,30	252,28	171,62	250,17	94,09	147,4379	151,40
Laranja Caipira	71,45	56,68	47,78	84,64	100,97	119,76	318,97	205,20	152,39	270,24	196,35	152,1532	147,68
Limão Rugoso FM	129,50	90,48	70,48	159,32	237,38	211,67	289,91	384,61	213,53	343,58	193,93	210,8669	211,31
Tangerina Dancy	51,63	52,25	27,89	61,41	59,42	73,48	202,53	145,05	113,05	167,41	148,66	101,7399	100,25
Limão Rugoso Fl.	127,65	89,94	79,92	155,35	178,60	212,71	272,64	356,13	186,68	344,45	188,72	198,6420	199,34
I_k	-56,08	-87,33	-106,12	-45,23	-14,72	-13,24	95,08	106,66	5,46	113,18	2,36		
$(1 + \hat{\beta}_k)$	0,6525	0,4546	0,3500	0,7310	0,9380	0,9427	1,5385	1,6888	1,0211	1,6952	0,9863		

Tabela A.2. Valores médios de circunferência da copa, altura da planta e diâmetro do tronco, com os respectivos índices anuais (I_k), relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e cinco anos.

Porta-enxertos	Anos				
	1965	1969	1975	1977	1980
Circunferência da copa					
Limão Cravo	1,534	9,594	14,254	14,380	14,832
Laranja Caipira	1,284	6,940	13,164	13,860	14,434
Limão Rugoso FM	1,450	9,808	15,764	16,504	17,444
Tangerina Dancy	1,080	7,180	11,736	12,010	13,250
Limão Rugoso Fl.	1,428	9,632	15,526	15,938	16,834
I_k	-9,44	-2,16	3,29	3,74	4,56
Altura da planta					
Limão Cravo	1,268	3,148	3,570	3,088	3,340
Laranja Caipira	1,100	2,810	3,544	3,080	3,342
Limão Rugoso FM	1,242	3,282	4,026	3,530	3,802
Tangerina Dancy	1,132	2,782	3,040	2,710	3,100
Limão Rugoso Fl.	1,256	3,182	3,904	3,412	3,840
I_k	-1,70	0,14	0,72	0,26	0,58
Diâmetro do tronco					
Limão Cravo	2,12	10,10	14,84	16,30	17,36
Laranja Caipira	1,88	8,60	14,16	16,00	17,52
Limão Rugoso FM	2,06	11,52	17,02	18,24	19,84
Tangerina Dancy	1,56	8,02	12,90	14,54	16,42
Limão Rugoso Fl.	2,04	10,92	16,34	17,80	19,90
I_k	-10,39	-2,49	2,73	4,26	5,89

Tabela A.3. Valores médios de peso, altura, diâmetro, espessura da casca, suco, acidez total, sólidos solúveis e relação acidez/sólidos solúveis dos frutos, com os respectivos índices anuais (I_k), relativos a ensaio conduzido no Recôncavo Baiano, considerando cinco porta-enxertos para copa de laranja 'Natal' e cinco anos.

Porta-enxertos	Anos				
	1976	1977	1978	1979	1980
Peso médio dos frutos					
Limão Cravo	233,60	220,66	222,60	221,20	197,70
Laranja Caipira	262,40	226,66	233,50	239,40	202,70
Limão Rugoso FM	245,60	221,70	232,30	224,00	200,30
Tangerina Dancy	234,80	209,00	222,40	216,20	206,80
Limão Rugoso Fl.	232,20	221,02	235,30	217,30	197,20
I_k	18,66	-3,25	6,16	0,56	-22,12
Altura média dos frutos					
Limão Cravo	7,20	7,48	7,62	7,38	7,10
Laranja Caipira	7,38	7,48	7,74	7,54	7,12
Limão Rugoso FM	7,30	7,56	7,62	7,48	7,00
Tangerina Dancy	7,20	7,38	7,50	7,38	7,16
Limão Rugoso Fl.	7,14	7,52	7,70	7,34	7,00
I_k	-0,13	0,11	0,26	0,05	-0,30
Diâmetro médio dos frutos					
Limão Cravo	7,56	7,44	7,44	7,32	7,00
Laranja Caipira	7,84	7,48	7,52	7,50	7,08
Limão Rugoso FM	7,68	7,52	7,52	7,34	7,12
Tangerina Dancy	7,52	7,34	7,32	7,22	7,18
Limão Rugoso Fl.	7,54	7,46	7,54	7,36	7,04
I_k	0,23	0,05	0,07	-0,05	-0,31
Espessura média da casca dos frutos					
Limão Cravo	4,34	4,26	4,00	3,64	3,06
Laranja Caipira	4,52	4,32	4,00	3,70	3,60
Limão Rugoso FM	4,60	4,42	4,14	4,00	3,26
Tangerina Dancy	4,46	3,88	3,82	3,54	3,28
Limão Rugoso Fl.	4,52	3,94	4,20	3,54	3,44
I_k	0,55	0,22	0,09	-0,26	-0,61

- continua -

Tabela A.3. continuação

Porta-enxertos	Anos				
	1976	1977	1978	1979	1980
Porcentagem média de suco dos frutos					
Limão Cravo	59,334	58,410	56,462	58,356	60,732
Laranja Caipira	63,166	57,586	55,366	57,316	61,664
Limão Rugoso FM	58,330	56,984	49,626	57,556	63,850
Tangerina Dancy	61,380	58,414	57,604	58,780	62,976
Limão Rugoso Fl.	59,420	55,752	54,158	57,406	62,194
I_k	1,81	-1,08	-3,87	-0,63	3,77
Porcentagem média de acidez total dos frutos					
Limão Cravo	1,0712	0,9042	0,7406	0,9836	0,8352
Laranja Caipira	1,0346	1,0184	0,7086	0,9308	0,8494
Limão Rugoso FM	1,0798	1,0714	0,7554	0,9776	0,8478
Tangerina Dancy	1,0934	1,0008	0,7804	0,9470	0,8520
Limão Rugoso Fl.	1,0540	1,0512	0,7576	0,9528	0,8172
I_k	0,142	0,085	-0,176	0,034	-0,084
Teor médio de sólidos solúveis dos frutos					
Limão Cravo	11,7554	8,7704	8,1368	8,5920	9,0616
Laranja Caipira	11,6148	7,6638	7,8350	8,9972	9,3634
Limão Rugoso FM	11,1188	7,4626	6,8290	8,3908	8,7598
Tangerina Dancy	12,3240	7,5050	7,9356	8,8956	9,2628
Limão Rugoso Fl.	11,0934	7,7044	8,1368	7,8850	8,2568
I_k	2,65	-1,11	-1,16	-0,38	0,01
Relação acidez/sólidos solúveis dos frutos					
Limão Cravo	11,0710	9,7842	11,0512	8,7286	10,8816
Laranja Caipira	11,2616	7,5746	11,0984	9,7044	11,1046
Limão Rugoso FM	10,4028	6,9728	9,0674	8,5816	10,3628
Tangerina Dancy	11,2884	7,5396	10,2240	9,4862	10,8816
Limão Rugoso Fl.	10,5590	7,3696	10,8024	8,3108	10,1198
I_k	1,15	-1,92	0,68	-0,81	0,90

A P Ê N D I C E

Tabela Ap.1. Dados climáticos relativos a temperatura (T°C, média mensal), umidade relativa do ar (UR%, média mensal) e precipitação pluvial (PPmm), correspondentes aos anos estudados, tomados em Cruz das Almas - BA

Anos	Jan			Fev			Mar			Abr		
	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm
1965	25,7	84	78,8	27,1	77	62,6	27,3	80	47,0	25,1	88	320,8
1969	24,9	83	116,0	25,5	84	122,0	25,3	87	210,0	24,8	89	118,0
1970	25,0	83	124,0	25,0	88	79,0	25,2	87	57,0	24,3	86	130,0
1971	25,1	74	42,6	25,3	77	65,4	25,1	75	52,6	24,6	84	250,6
1972	24,9	75	76,8	24,9	77	82,4	27,4	76	52,9	24,8	79	37,2
1973	26,1	77	36,7	26,7	74	73,9	27,0	70	149,3	25,1	85	105,9
1974	24,9	80	130,3	24,5	84	84,3	24,9	84	178,0	24,5	87	177,1
1975	25,0	81	97,6	25,4	80	26,7	24,8	85	114,8	24,1	86	150,9
1976	24,9	78	209,0	23,5	90	148,4	24,2	86	73,1	23,7	86	55,4
1977	25,6	85	129,8	24,2	85	196,5	25,0	80	35,0	24,8	84	66,0
1978	24,1	82	95,2	24,8	85	88,1	24,3	86	185,2	24,1	87	98,4
1979	25,1	81	189,5	24,5	84	160,1	24,5	82	30,9	24,2	83	52,0
1980	25,1	80	209,4	24,7	84	245,6	24,2	83	65,9	24,4	81	53,6

- continua -

Tabela Ap.1. continuação

Anos	Mees			Mai			Jun			Jul			Ago		
	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm
1965	24,1	87	131,3	22,6	92	158,5	22,5	90	122,0	22,6	89	71,0	22,6	89	71,0
1969	22,6	93	187,0	22,0	91	92,0	21,2	92	116,0	21,7	89	68,0	21,7	89	68,0
1970	23,0	86	131,0	21,9	88	68,0	20,7	92	201,0	20,8	90	86,0	20,8	90	86,0
1971	22,8	88	220,1	22,4	88	111,9	21,0	88	133,6	21,1	85	86,1	21,1	85	86,1
1972	22,7	91	32,3	22,1	97	143,8	21,6	84	132,2	21,7	84	104,0	21,7	84	104,0
1973	23,7	88	174,0	22,9	89	172,0	22,0	86	165,0	22,1	85	66,9	22,1	85	66,9
1974	23,2	90	143,3	21,6	87	70,5	19,8	88	106,5	21,3	86	66,2	21,3	86	66,2
1975	22,4	87	140,9	21,9	89	91,4	20,7	90	147,0	21,0	88	155,9	21,0	88	155,9
1976	23,2	88	60,1	21,8	87	93,8	21,0	89	104,4	21,3	89	37,8	21,3	89	37,8
1977	22,9	88	230,4	22,2	90	139,8	20,7	87	101,8	20,2	85	51,2	20,2	85	51,2
1978	22,0	87	124,9	20,4	91	137,0	21,4	90	98,0	21,2	84	81,1	21,2	84	81,1
1979	23,2	85	79,7	21,2	88	136,2	20,9	87	74,1	21,6	84	73,4	21,6	84	73,4
1980	22,5	87	87,3	22,0	87	79,7	21,4	87	78,0	21,5	83	84,2	21,5	83	84,2

- continua -

Tabela Ap.1. continuação

Anos	Meses			Set			Out			Nov			Dez		
	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm	T°C	UR%	PPmm
1965	23,9	85	38,0	25,3	88	32,2	25,8	82	164,0	26,4	78	31,8	26,4	78	31,8
1969	22,8	85	30,0	24,0	81	17,0	25,2	78	18,0	24,3	82	223,0	24,3	82	223,0
1970	22,4	85	32,0	24,3	85	14,0	24,4	92	0,2	25,2	83	211,0	25,2	83	211,0
1971	22,0	83	61,5	23,1	82	65,7	24,4	78	81,6	21,1	72	12,8	21,1	72	12,8
1972	22,5	84	262,6	24,0	82	62,0	25,6	85	280,0	25,9	76	91,8	25,9	76	91,8
1973	22,4	86	135,1	23,3	82	136,0	24,6	82	146,1	25,1	78	15,4	25,1	78	15,4
1974	21,9	84	77,7	23,9	81	79,2	23,6	82	170,5	23,8	82	58,6	23,8	82	58,6
1975	21,5	88	151,4	24,2	81	70,7	24,3	81	54,3	24,0	83	71,9	24,0	83	71,9
1976	23,1	85	59,5	23,1	88	149,4	24,6	84	58,9	26,0	82	10,8	26,0	82	10,8
1977	21,5	85	88,9	23,2	87	124,1	23,9	79	36,7	24,8	84	109,5	24,8	84	109,5
1978	21,9	83	88,2	23,4	80	44,4	23,9	79	60,9	24,1	82	91,4	24,1	82	91,4
1979	22,2	81	34,0	24,2	76	19,6	24,8	77	48,6	26,0	72	26,0	26,0	72	26,0
1980	21,1	84	51,2	23,2	79	53,6	24,3	78	31,6	25,6	85	28,6	25,6	85	28,6