ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.) NOS
ESTADOS DE PERNAMBUCO E RIO GRANDE DO NORTE

CARLOS EDUARDO LINS E SILVA PIRES

Orientador: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1981

"In memorian" de minha irmã Vesta

OFEREÇO.

À minha esposa Milu

A meu filho Aldo

Aos meus pais

DEDICO.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao professor Natal Antonio Vello, pela orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Ao Eng^o Agr^o Mário Marreira de Melo, pelos primeiros ensinamentos sobre Melhoramento da Cana-de-Açúcar.

À Superintendência do Programa Nacional do Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR) e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade do treinamento.

Aos professores do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelos ensinamentos e amizade.

Ao Eng^o Agr^o Norberto Lavorenti, pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos Engenheiros Agrônomos Francisco de Melo Albuquerque, Dr. Renato Ruschel, Dr. José Alberto Gentil de Souza e Dr. Hasime Tokeshi, pelas facilidades.

Aos Engenheiros Agrônomos José Alberto Marroquim e Gerson Quirino Bastos, pela colaboração na condução dos trabalhos de campo.

Aos Engenheiros Agrônomos Antonio Maria Cardoso Rocha, Marcelo de Menezes Cruz e Dr. Clóvis Lemos Veiga, pelo convívio e amizade.

Aos colegas de curso pelos estímulos e amizade.

Aos demais, que contribuíram direta ou indiretamente, para a
realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS	28
5. DISCUSSÃO	42
5.1. Considerações gerais	42
5.2. Caracterização de ambientes	44
5.3. Avaliação da estabilidade fenotípica	45
5.4. Avaliação da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade	55
6. CONCLUSÕES	58
7. LITERATURA CITADA	60
8. APÊNDICE	66

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 - Variedades de cana-de-açúcar estudadas, seus progenitores e suas procedências	17
TABELA 2 - Distribuição dos experimentos estudados e suas respectivas datas de plantio e <u>co</u> lheita do primeiro e segundo cortes	18
TABELA 3 - Análise conjunta de variância, para <u>S</u> experimentos, cada um com <u>I</u> variedades e <u>R</u> repetições, para cada corte	20
TABELA 4 - Análise conjunta de variância, em parcelas subdivididas no tempo, para <u>S</u> experimentos, cada um com <u>I</u> variedades, <u>R</u> repetições e <u>C</u> cortes	21
TABELA 5 - Análise de variância para estabilidade, considerando <u>S</u> ambientes e <u>I</u> variedades (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966)	23
TABELA 6 - Análise de variância em blocos ao acaso, considerando <u>G</u> grupos e <u>I</u> variedades, para o estudo de repetibilidade	26
TABELA 7 - Análises conjuntas de variância em blocos casualizados de 29 experimentos, com seis variedades de cana-de-açúcar e quatro repetições, considerando o primeiro e segundo cortes separadamente	30

TABELA 8 - Análise conjunta de variância em parcelas subdivididas no tempo, de 29 experimentos, com seis variedades, quatro repetições e dois cortes	31
TABELA 9 - Análise conjunta da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando os 29 ambientes do primeiro corte (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966)	32
TABELA 10 - Análise de variância da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando os 29 ambientes do segundo corte (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966)	33
TABELA 11 - Análise de variância da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando o total de 58 ambientes de dois cortes (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966)	34
TABELA 12 - Produções médias (TCH), coeficientes de regressão (b) variância dos desvios (s_d^2) e coeficientes de determinação (R^2) de seis variedades, considerando 58 ambientes (29 experimentos de cada corte)	35

TABELA 13 - Produções médias (TCH), coeficientes de regressão (b), variância dos desvios da regressão (s^2_d) e coeficientes de determinação (R^2), para 29 ambientes de cada corte	36
TABELA 14 - Análise de variância em blocos casuali <u>z</u> ados, estimativas da variância genéti <u>ca</u> ($\hat{\sigma}^2_g$), coeficiente de variância (CV%), coeficiente de repetibilidade (r_i) e seu erro [$s(r_i)$], para produção média, no primeiro corte, segundo corte e nos dois cortes conjuntamente	38
TABELA 15 - Análise de variância em blocos casuali <u>z</u> ados, estimativas da variância genéti <u>ca</u> ($\hat{\sigma}^2$), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de repetibilidade (r_i), e seu erro [$s(r_i)$] para os valores de <u>b</u> , no primeiro corte, segundo corte e nos dois cortes conjuntamente	39
TABELA 16 - Análise de variância em blocos casuali <u>z</u> ados, estimativas da variância genéti <u>ca</u> ($\hat{\sigma}^2_g$), variância ambiental ($\hat{\sigma}^2$), coe <u>f</u> icientes de variação (CV%), coeficien <u>te</u> de repetibilidade (r_i) e seu erro [$s(r_i)$] para os valores das variâncias dos desvios da regressão (s^2_d), no pri <u>m</u> eiro corte, segundo corte e nos dois cortes conjuntamente	40

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1 - Regressão linear da produção de cana-de-açúcar das seis variedades em 58 ambientes	52
FIGURA 2 - Relação entre a produção média de cana - de-açúcar e coeficientes de regressão linear de seis variedades em 58 ambientes ...	53

ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.) NOS
ESTADOS DE PERNAMBUCO E RIO GRANDE DO NORTE

CARLOS EDUARDO LINS E SILVA PIRES

NATAL ANTONIO VELLO
Orientador

RESUMO

A partir dos dados obtidos em dois cortes de 29 experimentos distribuídos por sete locais dos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte e compreendendo os anos agrícolas 73/74 a 75/76 para o primeiro corte e 74/75 a 76/77 para o segundo corte, foi realizado o estudo de estabilidade fenotípica para produção de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, de acordo com o modelo proposto por EBERHART e RUSSEL (1966).

A significância da interação "variedades x experimentos" nas análises conjuntas de variância em blocos ao acaso, considerando cada corte separadamente, indicou que os 29 experimentos (locais e anos) devem ser considerados como ambientes distintos nas análises de estabilidade. A significância das interações "variedades x cortes" e "variedades x cortes x experimentos", detectada na análise conjunta de va-

riância dos 29 experimentos com os dois cortes em parcelas subdivididas no tempo, indicou que cada corte deve ser considerado como um ambiente distinto no estudo da estabilidade fenotípica.

A análise de variância para estabilidade, considerando o total de 58 ambientes (os dois cortes dos 29 experimentos), mostrou que a produção média das seis variedades responderam às variações ambientais de forma predominantemente linear e que as variedades apresentaram diferenças genéticas para produção, adaptação e estabilidade.

As variedades CB45-3 e CB61-27 apresentaram mais alta capacidade de produção, tendências de adaptação a ambientes favoráveis ($b > 1$) e variância dos desvios da regressão significativos mas com magnitudes inferiores à média das variâncias de todas as variedades estudadas. Foi realçado o fato da variedade CB61-27 apresentar dois aspectos desfavoráveis: menor teor de sacarose e suscetibilidade à escaldadura da folha, *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson. Já as variedades CB47-355 e CB55-18 apresentaram valores de b semelhante à unidade e as menores variâncias dos desvios da regressão. Todavia, ambas as variedades apresentaram produções inferiores à produção média das variedades estudadas. Finalmente, as variedades CP51-22 e CP53-76 mostraram tendências de adaptação às condições menos favoráveis ($b < 1$) e comportamento dos mais imprevisíveis, por terem apresentado as maiores variâncias dos desvios da regressão.

As análises de estabilidade, para cada corte separadamente, mostraram tendências mais estáveis das variedades no segundo corte. Dessa maneira, não é recomendável avaliar a estabilidade fenotípica de variedades de cana-de-açúcar com base num único corte.

O estudo de repetibilidade indicou que a seleção em cana-de-açúcar deve ser promissora no sentido de se alterar tanto a produção, como também as respostas lineares e não-lineares às variações ambientais.

PHENOTYPIC STABILITY OF SUGARCANE (*Saccharum* spp.)
VARIETIES AT PERNAMBUCO AND RIO GRANDE DO NORTE STATES

CARLOS EDUARDO LINS E SILVA PIRES

NATAL ANTONIO VELLO

Adviser

SUMMARY

Six sugarcane varieties were evaluated for yield stability in 29 experiments. These experiments were carried out in randomized blocks with four replications in seven different locations of Pernambuco and Rio Grande do Norte States. Data relating to tons cane/ha were obtained during 1973/74 to 1975/76 from cane plant harvests and 1974/75 to 1976/77 from first ratoon harvests. EBERHART and RUSSEL's (1966) model was used to evaluate phenotypic stability of the varieties.

Based on the significance of the interactions of joint analysis of variance the 29 experiments (locations and years) and the two types of harvest (cane plant and first ratoon) were taken as distinct environments for the stability study.

Relative performance of varieties varied according to along the environments but cane yields were largely explained

by linear regression. In spite of this fact, significant deviations from regression were detected for all varieties.

Varieties CB45-3 and CB61-27 showed the highest performance level for cane yield over environments, good yielding capacity for favorable environments ($b > 1$) and small deviations from the regression. However, CB61-27 is not recommended due to its low sucrose content and susceptibility to leaf scald (*Xanthomonas albilineans*) (Ashby) Dowson.

Varieties CB47-355 and CB55-18 have $b = 1$ and the lowest deviations from the regression. However, these varieties present mean yield below the general average.

The other two varieties CP51-22 and CP53-76 showed adaptation to poorer environments ($b < 1$) and the highest deviations from the regression.

From the results obtained for each type of harvest it was possible to observe that the varieties showed more stable response at first ratoon level than cane plant level. So it is not recommended to evaluate the phenotypic stability of sugarcane varieties based on one harvest only.

The repeatability study indicated that sugarcane selection is promising for altering yield linear response and deviations from regression.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), sempre foi considerada como uma das culturas de maior importância econômica no Brasil, em função da produção de açúcar, que há muitos anos tem gerado divisas ao país. A sua importância tem aumentado, à medida em que se agrava o problema energético mundial e o econômico nacional com a realidade da utilização do álcool para substituir o petróleo em boa parte, evitando - se a importação deste, e assim equacionando a crescente dívida externa.

O governo brasileiro vem desenvolvendo intenso programa para a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, pretendendo atingir a meta de 10,7 bilhões de litros de álcool em 1985. Um programa deste porte coloca o Brasil na vanguarda internacional. Para se alcançar esta meta torna-se necessária a expansão do cultivo da cana-de-açúcar tanto em áreas tradicionais como em áreas novas e, ainda, o desenvolvimento de pesquisas para aumentar os índices de produtividade

nas áreas tradicionais e garantir índices satisfatórios nas áreas novas.

Com o objetivo de aumentar os índices de produtividade, vem o IAA-PLANALSUCAR desenvolvendo desde 1971, um programa de melhoramento para todo o Brasil, tendo como objetivo principal a criação de novas variedades. A introdução de variedades de outros centros canavieiros também é feita, sendo as mesmas submetidas a ensaios juntamente com as variedades locais, podendo ser ou não recomendadas para o plantio comercial, além de enriquecerem o Banco de Germoplasma desta instituição.

Um programa de melhoramento deve conter, além da procura de variedades adaptadas às condições específicas de determinados ambientes, a busca de variedades com capacidade de explorar economicamente amplas faixas ambientais. Sendo assim, técnicas para avaliar a capacidade genética de adaptação ampla ou específica e o desempenho das variedades frente às variações ambientais devem fazer parte de um programa de melhoramento.

O estudo de estabilidade fenotípica, permite sintetizar em poucos parâmetros o enorme volume de informações obtidas de um grande número de experimentos, distribuídos em locais e anos agrícolas diferentes. Estes parâmetros caracterizam a capacidade produtiva, o tipo de adaptação e a estabilidade das variedades envolvidas nos experimentos, facilitando a recomendação de variedades.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade fenotípica de seis variedades de cana-de-açúcar e, também, detalhar a metodologia para utilização desta técnica em programas de melhoramento de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão se refere a alguns aspectos gerais do fenômeno da interação de genótipos por ambientes, dando maior ênfase aos métodos utilizados para avaliar genótipos frente às variações ambientais.

ALLARD e BRADSHAW (1964) classificam a variação ambiental em duas categorias: Previsível e imprevisível. A primeira categoria se refere às características permanentes do ambiente, tais como, caracteres gerais do clima e algumas características que flutuam sistematicamente como comprimento do dia e outros. Também se incluem nesta categoria os aspectos ambientais que são diretamente influenciados pelo homem, tais como data e densidade de semeadura, doses e formas de adubação, métodos e épocas de colheitas e outras práticas agronômicas. As variações imprevisíveis correspondem as flutuações do clima como quantidade e distribuição de chuvas, temperatura e outros fatores.

A existência da interação de genótipos por ambientes tem se constituído em um importante problema nos programas de melhoramento de plantas. COMSTOCK e MOLL (1963) estabeleceram que interações altas de genótipos por ambientes, têm reduzido os progressos na seleção. TAI (1971) trabalhando com batata, apresenta duas alternativas para minimizar o efeito destas interações. A primeira alternativa consiste na subdivisão de uma área heterogênea em sub-regiões as mais homogêneas possíveis. A segunda alternativa se refere à utilização de genótipos com alta estabilidade fenotípica. O autor ainda comenta que a primeira alternativa não deve ser muito eficiente em virtude de continuar aparecendo interações altamente significativas, como de genótipos por anos, que não podem ser reduzidas com a subdivisão da área.

Na cultura da cana-de-açúcar já foi constatada a existência de interação de genótipos por ambientes. De acordo com SKINER (1971), as interações de genótipos por anos e por locais têm aparentemente, importante influência no comportamento de variedades. FANGUY (1971) mostra que existe interação significativa de variedades por datas de colheita, quando se considera o caráter fragilidade do colmo, importante para colheita mecanizada.

A existência de interação de genótipos por ambientes também foi relatada por PIRES e COSTA (1980), através de estudo de correlações entre componentes da produção em quatro locais da região canavieira de Pernambuco.

Considerando que diferentes ambientes (épocas de plantio, idades de corte, anos e locais) afetam significativamente as médias, variâncias e o grau de determinação genética, MARIOTTI (1974 e 1980) sugere que os trabalhos de seleção sejam desenvolvidos em diferentes condições de ambientes, no sentido de se conseguir genótipos adaptados a cada ambiente específico. Deve-se considerar que os trabalhos de MARIOTTI (1974 a 1980) foram conduzidos na Argentina, onde as variações ambientais não são tão acentuadas como as existentes no Brasil.

A extensa área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, foi estratificada em quatro regiões (Norte, Sul, Leste e Nordeste), distintas por macrodiferenças ecológicas, pelo Programa Nacional do Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR). Dessa forma, os programas de melhoramento são distintos para cada região. Apesar da estratificação, ainda permanece uma variação ambiental significativa dentro de regiões. Dessa forma, torna-se inviável a obtenção de genótipos específicos para os diferentes ambientes. Considerando a fase atual do melhoramento de cana-de-açúcar no Brasil, seria mais recomendável a obtenção de variedades estáveis, com adaptação satisfatória aos diferentes ambientes de uma região em particular. Em vista disso, torna-se importante a determinação da estabilidade fenotípica das diferentes variedades.

Conforme o relatado por OLIVEIRA (1976) o método mais antigo para determinar estabilidade fenotípica, con-

siste na análise de grupos de experimentos. Através desta análise, a magnitude das interações é avaliada pelas variâncias dos efeitos: genótipos por anos, genótipos por locais e genótipos por anos e locais. Segundo FINLAY e WILKINSON (1963), este método é adequado para indicar as existências das interações, mas de baixa precisão, como medida básica de adaptabilidade, além de ser de difícil uso quando se avalia um grande número de genótipos.

O método para decompor a interação de genótipos por ambientes, através da análise de regressão foi estabelecido por YATES e COCHRAN (1938) para estudo de cultivares conduzidos em anos e locais diferentes. Esta metodologia ficou esquecida cerca de 20 anos, até que FINLAY e WILKINSON (1963) adaptaram esta técnica para avaliar a estabilidade da produção de cultivares de cevada, considerando cada local ou ano como um ambiente. De início, estes autores estabeleceram índices ambientais ($I_j = \bar{X}_j - \bar{\bar{X}}$), onde:

$\bar{X}_j$ = média aritmética de todas as I cultivares no ambiente j, com $j = 1, 2 \dots J$;

$\bar{\bar{X}}$ = média geral do caráter, considerando todas as I cultivares e os J ambientes.

A seguir, determinaram coeficiente de regressão linear (b_i , com $i = 1, 2 \dots I$, cultivares) entre a média da cultivar i em cada ambiente e os índices ambientais correspondentes. De acordo com FINLAY e WILKINSON (1963) uma culti-

var é considerada estável quando possuir $b = 0$ (zero). Por estes autores, as cultivares são caracterizadas por dois parâmetros: comportamento médio em todos os ambientes e coeficiente de regressão b . A cultivar ideal seria aquela que apresentasse produção média superior e $b = 0$.

O método da regressão foi também utilizado por EBERHART e RUSSEL (1966), em milho, que introduziram um terceiro parâmetro para caracterizar as cultivares: a variância dos desvios da linearidade (s_d^2). Para estes autores, uma variedade ideal seria aquela que apresentasse: produção média superior, $b = 1$ e $s_d^2 = 0$.

Em relação ao método de FINLAY e WILKINSON (1963), o método de EBERHART e RUSSEL (1966) teria algumas vantagens: a primeira vantagem se refere ao coeficiente de regressão linear: cultivar com $b = 1$ teria potencial para responder à melhoria do ambiente, por exemplo através de insumo agrícola, fato que não é esperado para cultivares com $b = 0$. Esta vantagem assume importância maior quando se considera o fato de que normalmente $b = 0$ está associado com produções inferiores, ou seja adaptação a ambientes relativamente pobres. A segunda vantagem está relacionada à variância dos desvios da linearidade: uma cultivar com $s_d^2 = 0$ apresentaria padrão estável de resposta à melhoria ambiental.

Outros métodos baseados na regressão linear para avaliar os efeitos genéticos, ambientais e as suas interações usando linhagens puras e as gerações obtidas pelos seus

cruzamentos foram propostos.

BUCIO ALANIS (1966) utilizou um método que permite estimar os efeitos genéticos, ambientais e a interação entre eles, a partir de um par de linhas puras de *Nicotiana rustica*. O autor considera o método de grande utilidade, pois permite estimar com maior precisão a herdabilidade e o ganho na seleção. BUCIO ALANIS e HILL (1966), na mesma cultura, utilizaram este método considerando além das linhas puras, a geração F_1 . Outra adaptação foi feita por BUCIO ALANIS *et alii* (1969) ainda com *Nicotiana rustica*, com a finalidade de incorporar ao método o estudo da geração F_2 e dos retrocruzamentos. PERKINS e JINKS (1968) utilizaram este método adaptado para o estudo de várias linhas puras de *Nicotiana rustica* e seus cruzamentos.

BHULLAR *et alii* (1977) aplicando a técnica de regressão nas análises das gerações F_1 a F_5 obtidos pelos cruzamentos possíveis entre sete variedades de trigo, mostraram que a estabilidade fenotípica está associada com a constituição genética dos pais e com os níveis de heterozigosidade e heterogeneidade das populações. Apontaram ainda a possibilidade de combinar produções superiores com elevado grau de estabilidade.

TAI (1971) estudando variedades de batata, descreve um método semelhante ao de EBERHART e RUSSEL (1966) diferindo deste na maneira de estimar os parâmetros de estabilidade. Para estimar o parâmetro linear α_1 , utiliza-se a cova-

riância entre os efeitos de ambientes e os da interação genótipos por ambientes, dividido pela variância dos efeitos ambientais. O parâmetro do efeito não linear λ_j é estimado pela razão entre a variância dos desvios da resposta linear e a variância do erro associado aos efeitos da interação genótipos por ambientes. Neste método uma variedade é considerada estável quando $\alpha = -1$ e $\lambda = 1$, e uma variedade é considerada de estabilidade média quando $\alpha = 0$ e $\lambda = 1$.

BILBRO e RAY (1976) estudando cultivares de algodão, propuseram o uso do coeficiente de regressão para medir a adaptabilidade e o coeficiente de determinação para medir a estabilidade. Os autores revelam que estes dois parâmetros associados a alta produção média são eficientes para avaliar o comportamento das variedades frente às variações ambientais.

Existem outros métodos propostos para o estudo da estabilidade fenotípica, não tendo como base a análise de regressão linear.

PLAISTED e PETERSON (1959), estudando variedades de batata, propuseram estimar um parâmetro de estabilidade para cada genótipo a partir das análises de grupos de experimentos. Consideraram inicialmente os resultados de um ano, realizando a análise da variância conjunta envolvendo todos os genótipos e locais. Se a interação genótipos por locais for significativa realizam-se as análises de variância conjunta para cada combinação dos genótipos dois a dois. O genótipo conside

rado mais estável seria aquele que apresentasse a menor variância média da interação de genótipos por ambientes.

PLAISTED (1960) propôs fazer análises conjuntas de variância omitindo de cada vez um genótipo. Assim para cada análise em que se omite um genótipo diferente, estima-se a interação de genótipos por ambientes. A magnitude da interação em cada análise indica a estabilidade do genótipo omitido. O genótipo omitido será considerado tanto mais estável quanto maior for a magnitude desta interação.

De acordo com OLIVEIRA (1976) um outro método para avaliação de genótipos, denominado "ecovalência" foi introduzido em 1965 por G. Wricke. Este método estima o parâmetro $\hat{W}_i$ que avalia as oscilações de cada genótipo frente às variações ambientais. A variedade considerada mais estável é a que apresenta o menor valor de $\hat{W}_i$.

A comparação dos diversos métodos para avaliar a estabilidade fenotípica tem sido feita por diversos autores.

KALTSIKES e LARTER (1970) utilizaram os métodos de FINLAY e WILKINSON (1963), EBERHART e RUSSEL (1966), BUCIO ALANIS (1966), BUCIO ALANIS e HILL (1966) e PERKINS e JINKS (1968) na cultura do trigo, concluindo que todos os métodos têm utilização válida.

Outro estudo de comparação dos métodos de FINLAY e WILKINSON (1963), EBERHART e RUSSEL (1966) e G. Wricke (1965) foi desenvolvido na cultura do sorgo por JOWETT (1972).

O autor conclui que o método de EBERHART e RUSSEL (1966) deve ser preferido por ser mais explícito, mas que o de FINLAY e WILKINSON (1963) deve ser utilizado quando os genótipos usados tiverem produções bastante diferentes, em virtude de se trabalhar em escala logarítmica, fato que aumenta a homogeneidade dos desvios.

OLIVEIRA (1976) utilizando dados de produção de milho comparou os métodos: tradicional; PLAISTED e PETERSON (1959), FINLAY e WILKINSON (1963); G. Wricke (1965); EBERHART e RUSSEL (1966) e TAI (1971), considerou que de uma maneira geral houve concordância entre os resultados obtidos. No entanto, ressalta que os métodos de EBERHART e RUSSEL (1966) e FINLAY e WILKINSON (1963) parecem fornecer maiores informações.

Na aplicação da técnica de regressão, tem sido considerado várias modalidades de ambientes. A utilização de apenas um mesmo local ou de apenas locais dentro de um mesmo ano, como ambientes diferentes tem sido feita. No entanto, é mais comum a utilização de locais e anos como ambientes diferentes (FINLAY e WILKINSON, 1963; EBERHART e RUSSEL, 1966; BONATO, 1978; SANTOS, 1980). Também já foram considerados outros tipos de ambientes: BREESE (1969) utilizou diferentes cortes, realizados em locais e anos diferentes em *Dactylis glomerata*, uma gramínea forrageira; EASTON e CLEMENT (1973) empregaram diferentes doses de fertilizantes como ambientes para estudar estabilidade em cultivares de trigo; MONTEIRO (1975) considerou diferentes épocas de plantio e colheiras como am-

bientes para estudar estabilidade em berinjela.

Na cultura da cana-de-açúcar, apesar de SKINER (1971) comentar que a técnica da regressão se apresentava como um promissor método para avaliar variedades frente às variações ambientais, poucos trabalhos foram apresentados sobre o assunto até o momento: POLLOCK (1975) considerando locais, anos e cortes como ambientes contrastantes e avaliando a estabilidade fenotípica pelos parâmetros de EBERHART e RUSSEL (1966), de três variedades utilizadas como padrões na Austrália, conclui que é preferível fazer seleção de clones em experimentos com repetições utilizando a média das três variedades como padrão, do que qualquer uma delas sozinha, por apresentar maior estabilidade.

MARIOTTI *et alii* (1976) estudando a estabilidade de variedades de cana-de-açúcar na Argentina, utilizaram os dados de cinco cortes de 17 experimentos instalados em um mesmo local, englobando um período de 15 anos. Os parâmetros utilizados neste estudo foram coeficiente de regressão linear (b_{xy}); coeficiente de variação da linha da regressão (CV_{xy}); e o coeficiente de determinação (R^2). Os autores afirmam que: a resposta aos estímulos ambientais para a maioria dos genótipos apresenta alta linearidade. Quando a análise de estabilidade foi feita para cada corte separadamente, o segundo corte apresentou uma maior estabilidade. Como não houve uma concordância geral de um corte para outro, os autores estabeleceram que a estabilidade nas condições da Argentina deve ser avaliada

da em função das médias dos diversos cortes.

Os métodos de G. Wricke (1965), EBERHART e RUSSEL (1966), BILBRO e RAY (1976) foram comparados por GALVEZ (1980) em cana-de-açúcar. O emprego do coeficiente de correlação de Kendal mostrou associação positiva entre: ecovalência e variância dos desvios da linearidade; ecovalência e coeficiente de determinação; coeficiente de determinação e variância dos desvios da linearidade.

No Brasil, apenas dois trabalhos para avaliar estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar, foram publicados. O primeiro apresentado por RUSCHEL (1977), que utilizou dados de produção obtidos no primeiro corte de três grupos de experimentos, instalados na Estação Experimental de Campos (RJ), do Ministério da Agricultura, nos anos 1956/57, 1964 e 1970. O autor considerou os parâmetros de EBERHART e RUSSEL (1966) estabelecendo que, apesar da variedade CB45-3 apresentar um nível ótimo de estabilidade, é melhor utilizar a média das variedades CB45-3 e CB56-20 como padrão, para selecionar clones, por apresentar melhor estabilidade. CALHEIROS (1978) estudando a estabilidade de variedades em Alagoas, utilizou um método semelhante ao da análise de grupos de experimentos, concluindo que para o programa de melhoramento regional é melhor utilizar a média das variedades CB45-3 e Co331, por apresentar maior estabilidade do que quando se considera qualquer destas variedades sozinhas.

Como se observa, tanto em cana-de-açúcar como

em outras culturas, os diversos métodos têm se mostrado úteis em avaliar a estabilidade de variedades frente às variações ambientais. A maioria dos autores tem apontado o método de EBERHART e RUSSEL (1966) como o mais promissor. De maneira geral, a técnica da regressão pode contribuir positivamente, no sentido de melhorar a eficiência dos programas de melhoramento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados de produção de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar considerando o primeiro e segundo cortes de 29 experimentos, conduzidos nas regiões canavieiras dos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte.

3.1. VARIEDADES E EXECUÇÃO EXPERIMENTAL

Os experimentos conduzidos na Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR originalmente eram constituídos por oito tratamentos. Para o presente estudo consideraram-se as seis variedades que estavam presentes em todos os experimentos. A relação das variedades estudadas com seus respectivos progenitores e procedências é apresentado na Tabela 1.

Os 29 experimentos, instalados em sete locais

TABELA 1 - Variedades de cana-de-açúcar estudadas, seus progenitores e suas procedências.

Variedades	Progenitores		Procedências
	Feminino	Masculino	
CB45-3	Co290 x Co 331		Estação Exp. de Campos - BR
CB47-355	POJ2878 x Co213		Estação Exp. de Campos - BR
CB55-18	CB40-69 x ?		Estação Exp. de Campos - BR
CB61-27	POJ2878 x Co331		Estação Exp. de Campos - BR
CP51-22	F36-819 x CP33-372		Canal Point, Flórida - USA
CP53-76	F36-819 x CP36-46		Canal Point, Flórida - USA

distribuídos pelos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, foram conduzidos nos seguintes anos agrícolas: 1973 / 74, 1974/75, 1975/76, para o primeiro corte e 1974/75, 1975/76, 1976/77 para o segundo corte. A distribuição dos experimentos por local e datas de plantio e colheita está apresentada na Tabela 2. As características climáticas e geográficas dos sete locais estão apresentados no Apêndice 4.

Os experimentos foram instalados em blocos ao acaso com quatro repetições dos tratamentos. O tamanho da parcela foi de seis sulcos de 11 metros, espaçados de 1,40 metros.

Os tratos culturais, tais como adubações, capinas, etc., foram feitos de acordo com o usual de cada local. Os dados foram obtidos da colheita dos quatro sulcos centrais

de cada parcela em kg/61,6 m² e transformados em TCH (toneladas de cana por hectare).

TABELA 2 - Distribuição dos experimentos estudados e suas respectivas datas de plantio e colheita do primeiro e segundo cortes.

Exp.	Local (Estados)	Data Plantio	Data 1º Corte	Data 2º Corte
01	(EECAC) Carpina (PE)	13/08/73	25/11/74	26/12/75
02	(EECAC) Carpina (PE)	13/08/73	05/03/75	08/03/76
03	(EECAC) Carpina (PE)	20/12/74	05/01/76	04/01/77
04	(EECAC) Carpina (PE)	24/12/74	24/02/76	23/03/77
05	(EECAC) Carpina (PE)	24/12/74	10/03/76	21/03/77
06	Us. São José (PE)	23/08/74	05/12/75	19/01/77
07	Us. São José (PE)	23/08/74	29/01/76	07/02/77
08	Us. São José (PE)	09/09/75	09/02/77	21/11/77
09	Us. Sta. Terezinha (PE)	01/09/73	16/11/74	24/11/75
10	Us. Sta. Terezinha (PE)	04/09/73	27/02/75	22/01/76
11	Us. Sta. Terezinha (PE)	05/09/73	19/03/75	23/01/76
12	Us. Sta. Terezinha (PE)	03/09/74	01/12/75	14/12/76
13	Us. Sta. Terezinha (PE)	03/09/74	01/11/75	16/12/76
14	Us. Sta. Terezinha (PE)	03/09/74	27/01/76	01/03/77
15	Us. Sta. Terezinha (PE)	13/08/75	02/02/77	20/12/77
16	Us. Sta. Terezinha (PE)	13/08/75	22/11/76	20/12/77
17	Us. C. Barreiros (PE)	16/10/73	20/01/75	04/12/75
18	Us. C. Barreiros (PE)	17/10/73	08/03/75	05/02/76
19	Us. C. Carreiros (PE)	04/09/75	02/12/76	06/12/77
20	Us. C.O. D'Água (PE)	16/08/73	20/12/74	21/01/76
21	Us. C.O. D'Água (PE)	16/08/73	05/11/74	26/11/75
22	Us. C.O. D'Água (PE)	28/08/75	03/11/76	23/01/78
23	Us. C.O. D'Água (PE)	28/08/75	24/01/77	23/11/77
24	Us. Estivas (RN)	05/08/74	20/11/75	18/11/76
25	Us. Estivas (RN)	05/08/74	20/11/75	16/11/76
26	Us. Estivas (RN)	05/08/74	14/01/76	17/02/77
27	Us. Estivas (RN)	05/08/74	14/01/76	16/02/77
28	Us. Estivas (RN)	07/08/75	19/11/76	29/11/77
29	Us. Sta. Tereza (PE)	12/09/75	14/01/77	26/01/78

EECAC = Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina; Us. - Usina.

3.2. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Inicialmente foram feitas as análises individuais de variância de acordo com o delineamento em blocos casualizados. Em seguida obtiveram-se as análises conjuntas dos 29 experimentos, para cada corte separadamente, Tabela 3. Nesta tabela, as esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas pelo método de BENNETT e FRANKLIN (1963), considerando: como aleatório os efeitos de experimentos e blocos; e como fixo o efeito de variedades.

Estas análises permitem o teste da significância do quadrado médio da interação (variedades x experimentos) e dessa forma, pode-se verificar se os experimentos devem ou não ser considerados como ambientes diferentes em cada corte.

Em alguns experimentos, foi necessário estimar parcela perdida, tendo sido utilizados os procedimentos relatados por PIMENTEL GOMES (1976). Para cada parcela perdida, diminuiu-se um grau de liberdade do resíduo.

Para avaliar o efeito de cortes e de suas interações foi considerado inicialmente o delineamento de parcelas subdivididas no tempo para cada experimento (STELL e TORRIE, 1960). Em seguida, realizou-se a análise conjunta para os 29 experimentos, cujo esquema se encontra na Tabela 4. Nesta tabela, as esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas pelo método de BENNETT e FRANKLIN (1963), considerando: como aleatórios os efeitos de experimentos e blocos;

TABELA 3 - Análise conjunta de variância, para S experimentos, cada um com I variedades e R repetições, para cada corte.

Fontes de variação	GL	E (QM)	QM	F
Variedades	T-1	$\sigma^2 + R\sigma_{ts}^2 + RS V_t$	Q_1	$Q_1 : Q_3$
Experimentos	S-1	$\sigma^2 + T\sigma_r^2 + TR\sigma_s^2$	Q_2	$Q_2 : Q_4$
Experimentos x Variedades	(S-1)(T-1)	$\sigma^2 + R\sigma_{ts}^2$	Q_3	$Q_3 : Q_5$
Blocos dentro de Experimentos	S(R-1)	$\sigma^2 + T\sigma_r^2$	Q_4	$Q_4 : Q_5$
Resíduo	S(T-1)(R-1)	σ^2	Q_5	

Onde: T = número de variedades;

S = número de experimentos;

R = número de repetições em cada experimento;

V_t = componente quadrático referente à variação genética entre variedades;

σ_s^2 = variância ambiental entre experimentos;

σ_{ts}^2 = variância correspondente à interação variedades por experimentos;

σ_r^2 = variância ambiental entre repetições;

σ^2 = variância do erro experimental.

TABELA 4 - Análise conjunta de variância, em parcelas subdivididas no tempo, para S experimentos, cada um com T variedades, R repetições e C cortes.

Fontes de variação	GL	E (QM)	QM	F
Variedades	$T-1$	$\sigma^2_b + C\sigma^2_a + RC\sigma^2_{ts} + RCS V_t$	Q_1	$Q_1 : Q_3$
Experimentos	$S-1$	$\sigma^2_b + C\sigma^2_a + TC\sigma^2_r + TRC\sigma^2_s$	Q_2	$Q_2 : Q_4$
Variedades x Experimentos	$(T-1)(S-1)$	$\sigma^2_b + C\sigma^2_a + RC\sigma^2_{ts}$	Q_3	$Q_3 : Q_5$
Blocos dentro de Experimentos	$S(R-1)$	$\sigma^2_b + C\sigma^2_a + TC\sigma^2_r$	Q_4	$Q_4 : Q_5$
Resíduo (a)	$S(T-1)(R-1)$	$\sigma^2_b + C\sigma^2_a$	Q_5	
Cortes	$C-1$	$\sigma^2_b + T\sigma^2_{cr} + TR\sigma^2_{cs} + TRS V_c$	Q_6	$Q_6 : Q_8$
Cortes x Variedades	$(C-1)(T-1)$	$\sigma^2_b + R\sigma^2_{cts} + RS V_{ct}$	Q_7	$Q_7 : Q_9$
Cortes x Experimentos	$(C-1)(S-1)$	$\sigma^2_b + T\sigma^2_{cr} + TR\sigma^2_{cs}$	Q_8	$Q_8 : Q_{10}$
Cortes x Variedades x Experimentos	$(C-1)(T-1)(S-1)$	$\sigma^2_b + R\sigma^2_{cts}$	Q_9	$Q_9 : Q_{11}$
Cortes x Blocos dentro de Experimentos	$S(C-1)(R-1)$	$\sigma^2_b + T\sigma^2_{cr}$	Q_{10}	$Q_{10} : Q_{11}$
Resíduo (b)	$S(C-1)(T-1)(R-1)$	σ^2_b	Q_{11}	

Onde:

T = número de variedades;

S = número de experimentos;

R = número de repetições em cada experimento;

C = número de cortes, em cada experimento;

V_t = componente quadrático referente à variação genética entre variedades;

σ^2_s = variância ambiental entre experimentos;

σ^2_{ts} = variância correspondente à interação de variedades por experimentos;

σ^2_r = variância ambiental entre repetições, dentro de experimentos;

σ^2_a = variância do erro experimental, entre parcelas;

V_c = componente quadrático referente à variação ambiental entre cortes;

V_{ct} = componente quadrático correspondente à variação da interação de cortes por variedades;

σ^2_{cs} = variância correspondente à interação de cortes por experimentos;

σ^2_{cts} = variância da interação tripla entre cortes, variedades e experimentos;

σ^2_{cr} = variância da interação entre cortes e repetições, dentro de experimentos;

σ^2_b = variância do erro experimental entre subparcelas.

e como fixos os efeitos de variedades e cortes.

As estimativas dos parâmetros de estabilidade foram obtidas separadamente para cada corte e para os dois cortes conjuntamente, considerados como ambientes diferentes. Utilizou-se o modelo proposto por EBERHART e RUSSEL (1966):

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = média observada da variedade i no ambiente j;

μ_i = média da variedade i em todos os ambientes;

β_i = coeficiente de regressão que mede a resposta da variedade i à variação de ambientes;

δ_{ij} = desvio da regressão da variedade i no ambiente j;

I_j = índice ambiental dado pela diferença entre a produção média de cada ambiente com a produção média de todos os ambientes;

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro residual associado à média.

A análise de variância para estabilidade obedeceu ao modelo anterior e está apresentada de maneira semelhante a BONATO (1978) e SANTOS (1980), na Tabela 5. Esta análise permite decompor a soma dos quadrados de ambientes dentro de variedades nos efeitos lineares (ambiente linear e variedades

TABELA 5 - Análise de variância para estabilidade, considerando $S_{ambientes}$ e $T_{variedades}$ (Modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Variedades	T-1	$\frac{1}{S} \left(\sum_{i=1}^S Y_{i..}^2 \right) - \frac{1}{TS} Y^2_{..}$	Q_1	Q_1/Q_5
Ambientes dentro de Variedades	T(S-1)	$\frac{1}{T} \left[\left(\sum_{j=1}^S Y_{.j}^2 \right) - \frac{1}{S} (Y_{.j})^2 \right]$	Q_2	Q_2/Q_6
Ambientes (linear)	1	$\frac{1}{T} \left[\sum_{j=1}^S Y_{.j} \left(\frac{1}{S} Y_{..} - \frac{1}{TS} Y_{.j} \right)^2 / \sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} Y_{.j} \right) - \frac{1}{TS} Y_{..}^2 \right]$	Q_3	Q_3/Q_5
Ambientes (linear) x variedades	T-1	$\frac{1}{T} \left[\sum_{j=1}^S Y_{.j} \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right)^2 / \sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right)^2 \right] - SQ_{Amb. (linear)}$	Q_4	Q_4/Q_5
Desvios da regressão reunidos	T(S-2)	$\frac{1}{T} \left(\sum_{j=1}^S \bar{\delta}_{ij}^2 \right)$	Q_5	Q_5/Q_6
Ambientes dentro de variedades	T(S-1)		Q_2	
Efeito linear:				
Variedade 1	1	$\frac{1}{T} \left[\sum_{j=1}^S Y_{1j} \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right)^2 / \sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right)^2 \right]$	Q_1^*	Q_1^*/Q_1^*
Variedade 2	1	.	Q_2^*	Q_2^*/Q_2^*
:	:	.	.	.
:	:	.	.	.
Variedade t	1	.	Q_t^*	Q_t^*/Q_t^*
Desvios da regressão:				
Variedade 1	S-2	$\frac{1}{T} \left[\sum_{j=1}^S Y_{1j}^2 - \frac{1}{S} (Y_{1j})^2 \right] - \left(\left[\sum_{j=1}^S Y_{1j} \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right) \right]^2 / \sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} Y_{.j} - \frac{1}{TS} Y_{..} \right)^2 \right) = \sum_{j=1}^S \bar{\delta}_{1j}^2$	Q_1^*	Q_1^*/Q_6
Variedade 2	S-2	.	Q_2^*	Q_2^*/Q_6
:	:	.	.	.
:	:	.	.	.
Variedade t	S-2	.	Q_t^*	Q_t^*/Q_6
Resíduo médio	S(T-1)(R-1)		Q_6	

x ambientes linear) e não-lineares (desvios da regressão), além de decompor a soma dos quadrados desses efeitos para cada variedade.

Durante a obtenção das análises conjuntas, avaliou-se a homogeneidade dos quadrados médios residuais das análises individuais pelo teste de Bartlett (STEEL e TORRIE, 1960). Quando os quadrados médios residuais das análises individuais em blocos casualizados mostraram-se heterogêneos, ajustaram-se os graus de liberdade do resíduo e das interações através do método de Cochran, apresentado em PIMENTEL GOMES (1976). O mesmo procedimento foi empregado para as análises de estabilidade, com referência aos graus de liberdade dos "desvios da regressão" e dos "ambientes dentro de variedades". Na análise conjunta dos experimentos em parcelas subdivididas no tempo, o ajustamento dos graus de liberdade obedeceu ao processo apresentado por ZONTA (1978).

Estimou-se os coeficientes de regressão (b_i), seus respectivos erros $s(b_i)$ e os coeficientes de determinações (R^2) pelas seguintes expressões:

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^S \bar{Y}_{ij} \left(\frac{1}{T} \bar{Y}_{.j} - \frac{1}{TS} \bar{Y}_{..} \right)}{\sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} \bar{Y}_{.j} - \frac{1}{TS} \bar{Y}_{..} \right)^2}$$

$$s(b_i) = \sqrt{\frac{\text{QM desvios da regressão de } (t_i)}{\sum_{j=1}^S \left(\frac{1}{T} \bar{Y}_{.j} - \frac{1}{TS} \bar{Y}_{..} \right)^2}}$$

$$R_i^2 = \frac{\text{SQ efeito linear de } (t_i)}{\text{SQ efeito linear } (t_i) + \text{SQ desvios da regressão } (t_i)}$$

A hipótese de que os valores dos coeficientes de regressão linear, estimados, para cada variedade, não diferem da unidade, foi avaliada pelo teste t:

$$t = \frac{b_i - 1}{s(b_i)}$$

onde:

$\bar{Y}_{ij}$ = média da variedade i no ambiente j ;

$\bar{Y}_{.j}$ = média de todas as variedades no ambiente j ;

$\bar{Y}_{..}$ = média de todas as variedades em todos os ambientes;

T = número de variedades;

S = número de ambientes;

t_i = variedade i .

A determinação da repetibilidade da produção m

dia, coeficiente de regressão e variância dos desvios da regressão ($s_{d_i}^2 = Q''_i$ da Tabela 5) foram feitas separando-se as observações de cada experimento em dois grupos, onde as duas primeiras repetições formaram um grupo e as duas últimas formaram o outro. A partir das observações de cada grupo foram estimados os parâmetros de estabilidade para cada variedade. As estimativas da variância dos desvios da regressão foram transformados para escala logarítmica. Em seguida realizou-se as análises de variância, em blocos casualizados, para cada parâmetro, onde cada grupo representava uma repetição. As esperanças matemáticas dos quadrados médios dessas análises, encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 - Análise de variância em blocos ao acaso, considerando G grupos e T variedades, para o estudo de repetibilidade.

Fontes de variância	G_1	$E(QM)$	QM
Grupos	$G-1$	- - -	- - -
Variedades	$T-1$	$\sigma^2 + G\sigma_g^2$	Q_1
Resíduo	$(T-1)(G-1)$	σ^2	Q_2

onde:

$$\hat{\sigma}^2 = Q_2$$

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{G}$$

A repetibilidade das produções médias, dos coeficientes de regressão linear e das variâncias dos desvios da regressão, foi estimado de acordo com o apresentado por BONATO (1978)

onde:

$$r_i = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}^2}$$

A estimativa do erro associado à estimativa do coeficiente de repetibilidade $[s(r_i)]$ foi calculada utilizando-se a expressão seguinte, obtida pela metodologia de VELLO e VENCOSKY (1978):

$$s(r_i) = \sqrt{\frac{2 [(T-1) + (T-1)(G-1) + 4]}{[(T-1) + 2] [(T-1)(G-1) + 2]} \cdot \frac{G \cdot Q_1 \cdot Q_2}{[Q_1 + (G-1)Q_2]^2}}$$

4. RESULTADOS

As produções médias das variedades, média geral, variâncias residuais e os coeficientes de variação experimental dos 29 experimentos são apresentados nos Apêndices 1 e 2, respectivamente para o primeiro e segundo cortes. As produções superiores no primeiro e segundo cortes, respectivamente de 102,66 (TCH) e 90,00 (TCH), foram obtidas no experimento nº 20, instalado na Usina Central Olho D'Água, em 1973, enquanto as produções inferiores 48,43 (TCH) e 30,50 (TCH) correspondem aos experimentos nº 27, instalado na Usina Estivas, em 1974 e o experimento nº 17, instalado na Usina Central Barreiros em 1973. Estes limites indicam haver uma ampla variação ambiental na Coordenadoria Regional Norte do IAA - PLANALSUCAR (Nordeste Brasileiro). Tal fato justifica plenamente um estudo de estabilidade fenotípica. Os coeficientes de variação oscilaram de 6,66% a 18,88% no primeiro corte e de 7,13% a 26,42% no segundo corte.

Encontraram-se diferenças estatisticamente significativas entre variedades, experimentos e para a interação variedades x experimentos nas análises conjuntas em blocos casualizados, dos 29 experimentos, considerando cada corte separadamente (Tabela 7). Estes resultados indicam que os experi-mentos (locais e anos) devem ser considerados ambientes con-trastantes no estudo de estabilidade.

A Tabela 8 fornece o resultado da análise con-junta de variância dos experimentos em parcelas subdivididas no tempo, onde as variedades formam as parcelas e cortes for-mam as subparcelas. A significância dos quadrados médios, a-través do teste F, para "cortes, cortes x variedades, cortes x experimentos, cortes x variedades x experimentos", indicam que, além de locais e anos, os cortes também representam am-bientes contrastantes e como tal devem ser considerados no estudo de estabilidade.

As análises de variância para estabilidade, referentes aos 29 ambientes do primeiro corte, aos 29 ambientes do segundo e ao total de 58 ambientes (primeiro e segundo cortes), estão apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11. Observa-se nestas análises similaridades nas informações, pois em todas elas foram detectadas diferenças significativas para "ambien-tes dentro de variedades" para seus desdobramentos em efeitos lineares (ambiente linear e ambiente linear x variedades) e não-lineares (desvios da regressão reunidos). A decomposição dos efeitos lineares e não lineares para cada variedade tam-

TABELA 7 - Análises conjuntas da variância em blocos casualizados de 29 experimentos, com seis variedades de cana-de-açúcar, e quatro repetições, considerando o primeiro e segundo cortes separadamente

Fontes de variação	Primeiro Corte		Segundo Corte	
	GL	QM	GL	QM
Variedades	5	11.191,65**	5	7.269,86**
Experimentos	28	4.809,83**	28	5.778,51**
Variedades x Experimentos	140(51) <u>a/</u>	524,73**	140(76) <u>a/</u>	214,92**
Blocos dentro de Experimentos	87	238,47	87	142,74
Resíduo	431(303) <u>a/</u>	93,86	430(387) <u>a/</u>	60,04

** Significativo ao nível de 1%.

a/ Graus de liberdade ajustados.

bem mostrou significância estatística para as variâncias. Entretanto, as magnitudes das variâncias não se mostraram consistentes de um corte para outro, como também não apresentaram a mesma ordenação. No primeiro corte a variedade CB45-3 a apresentou a maior variância (12.143,56) para efeito linear das variedades e a menor variância (62,72) para os desvios da regressão, enquanto que para a variedade CP53-76 observou-se o contrário, ou seja, menor variância (1.806,75) do efeito linear e maior variância (151,07) dos desvios da regressão. No segundo corte, a variedade CB61-27 apresentou a maior variância (10.622,48) do efeito linear, enquanto a variedade CP51-22 apresentou, a menor variância (2.964,51), tanto para o efeito

TABELA 8 - Análise conjunta de variância em parcelas subdivididas no tempo, de 29 experimentos, com seis variedades, quatro repetições dois cortes.

Fontes de variação	GL	QM
Variedades	5	17.927,39**
Experimentos	28	5.399,74**
Variedades x Experimentos	140(121) <u>a/</u>	519,79**
Blocos dentro de Experimentos	87	255,73
Resíduo (a)	431(375) <u>a/</u>	86,33
Cortes	1	78.528,17**
Cortes x Variedades	5	534,21*
Cortes x Experimentos	28(19) <u>a/</u>	5.188,65**
Cortes x Variedades x Experimentos	140(95) <u>a/</u>	219,86**
Cortes x Blocos dentro de Experimentos	87	125,35
Resíduo (b)	430(347) <u>a/</u>	67,71

* Significativo a 5%.

** Significativo a 1%.

a/ Graus de liberdade ajustados.

linear, como para os desvios da regressão (27,88) e a variedade CP53-76 continuou apresentando a maior variância dos desvios da regressão.

As produções médias (TCH), os coeficientes de regressão (b), as variâncias dos desvios da regressão (s_d^2) e os coeficientes de determinação das seis variedades estudadas, obtidos a partir do total de 58 ambientes estão apresentados na Tabela 12. O comportamento médio destas variedades

TABELA 9 - Análise de variância da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando os 29 ambientes do primeiro corte (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	QM	F
Variedades	5	2.797,91	119,11**
Ambientes dentro de Variedades	168	309,72	13,19**
Ambientes (linear)	1	33.782,93	354,90**
Ambientes (linear) x Variedades	5	565,97	5,95**
Desvios da regressão reunidos	162	95,19	4,05**
Resíduo médio	431(303) ^{a/}	23,49	
Ambientes dentro de Variedades			
Efeito linear das Variedades			
CB45-3	1	12.143,56	193,62**
CB47-355	1	5.872,68	85,65**
CB55-18	1	3.897,88	46,28**
CB61-27	1	8.491,84	114,80**
CP51-22	1	4.400,09	33,69**
CP53-76	1	1.806,75	11,96**
Desvios da regressão das variedades			
CB45-3	27	62,72	2,67**
CB47-355	27	68,57	2,92**
CB55-18	27	84,22	3,59**
CB61-27	27	73,97	3,15**
CP51-22	27	130,59	5,56**
CP53-76	27	151,07	6,43**
Resíduo médio	431(303) ^{a/}	23,49	

** Significativo a 1%.

^{a/} Graus de liberdade ajustados.

TABELA 10 - Análise de variância da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando os 29 ambientes do segundo corte (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	QM	F
Variedades	5	1.817,47	121,08**
Ambientes dentro de variedades	168	285,26	19,01**
Ambientes (linear)	1	40.419,97	1.050,96**
Ambientes (linear) x variedades	5	254,60	6,62**
Desvios da regressão reunidos	162	38,46	2,56**
Resíduo médio	430(387) <u>a/</u>	15,01	
Ambientes dentro de Variedades	168		
Efeito linear das variedades			
CB45-3	1	6.844,83	180,89**
CB47-355	1	8.154,08	234,45**
CB55-18	1	6.531,87	223,08**
CB61-27	1	10.622,48	256,27**
CP51-22	1	2.964,51	106,33**
CP53-76	1	6.575,18	110,41**
Desvios da regressão das variedades			
CB45-3	27	37,84	2,52**
CB47-355	27	34,78	2,32**
CB55-18	27	29,28	1,95**
CB61-27	27	41,45	2,76**
CP51-22	27	27,88	1,86**
CP53-76	27	59,55	3,97**
Resíduo médio	430(387) <u>a/</u>	15,01	

** Significativo ao nível de 1%.

a/ Graus de liberdade ajustados.

TABELA 11 - Análise de variância da produção média de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando o total de 58 ambientes de dois cortes (modelo adaptado de EBERHART e RUSSEL, 1966).

Fontes de variação	GL	QM	F
Variedades	5	4.481,85	232,70**
Ambientes dentro de variedades	342	351,66	18,26**
Ambientes (linear)	1	93.615,98	1.319,09**
Ambientes (linear) x variedades	5	561,66	7,91**
Desvios da regressão reunidos	336(309) ^{a/}	70,97	3,68
Resíduo médio	861(614) ^{a/}	19,26	
Ambientes dentro de variedades			
Efeito linear das variedades			
CB45-3	1	23.929,33	387,58**
CB47-355	1	17.493,04	343,27**
CB55-18	1	12.963,70	229,20**
CB61-27	1	21.854,47	361,41**
CP51-22	1	10.693,60	127,24**
CP53-76	1	9.489,63	84,71**
Desvios da regressão das variedades			
CB45-3	56	61,74	3,21**
CB47-355	56	50,96	2,65**
CB55-18	56	56,56	2,94**
CB61-27	56	60,47	3,14**
CP51-22	56	84,04	4,36**
CP53-76	56	112,02	5,82**
Resíduo médio	861(614) ^{a/}	19,26	

** Significativo a 1%.

^{a/} Graus de liberdade ajustados.

TABELA 12 - Produções médias (TCH), coeficientes de regressão (b), variância dos desvios (s_d^2) e coeficientes de determinação (R^2) de seis variedades de cana-de-açúcar, considerando 58 ambientes (29 experimentos de cada corte).

Variedades	TCH	%	$b \pm s(b)$	s_d^2	$R^2(\%)$
CB45-3	79,04	14,62	$1,24 \pm 0,06$	61,74	87,38
CB47-355	67,29	97,58	$1,06 \pm 0,06$	50,96	85,97
CB55-18	58,42	84,72	$0,91 \pm 0,06$	56,56	80,36
CB61-27	79,90	115,86	$1,18 \pm 0,06$	60,47	86,58
CP51-22	67,09	97,29	$0,83 \pm 0,07$	84,04	69,44
CP53-76	62,00	89,91	$0,78 \pm 0,08$	112,02	60,20
Média	68,96	100,00	1,00	70,97	80,17

foi relativamente contrastante (58,42 TCH para a variedade CB55-18 a 79,90 TCH para CB61-27), corroborando as indicações das análises de variância de que existe variação genética entre variedades. Os coeficientes de regressão linear oscilaram de 0,78 (CP53-76) a 1,24 (CB45-3) o que mostra um contraste quanto à adaptação das variedades. As variâncias dos desvios da regressão (s_d^2) também oscilaram de 50,96 (CB47-355) a 112,02 (CP53-76).

A Tabela 13 mostra as estimativas dos parâmetros, produção média (TCH), coeficiente de regressão linear

TABELA 13 - Produções médias (TCH), coeficientes de regressão (b), variância dos desvios da regressão (s^2_d) e coeficientes de determinação (R^2), para os 29 ambientes de cada corte.

Variedades	Primeiro Corte				Segundo Corte					
	TCH	%	b ±s(b)	s ² _d	R ² (%)	TCH	%	b ±s(b)	s ² _d	R ² (%)
CB45-3	88,94	116,31	1,47±0,11	67,72	87,76	69,14	112,53	1,01±0,07	37,84	87,01
CB47-355	75,09	98,20	1,02±0,11	68,57	76,03	59,49	96,83	1,10±0,07	37,78	89,67
CB55-18	65,16	85,21	0,83±0,12	84,22	63,16	51,68	84,11	0,99±0,06	29,28	89,20
CB61-27	87,11	113,91	1,23±0,11	73,97	80,96	72,70	118,33	1,26±0,08	41,45	90,47
CP51-22	75,13	98,25	0,89±0,15	130,59	55,51	59,04	96,09	0,66±0,06	27,88	79,75
CP53-76	67,40	88,14	0,57±0,16	151,07	30,70	56,60	92,12	0,99±0,09	59,55	80,35
Média	76,47	100,00	1,00	95,19	70,36	61,44	100,00	1,00	38,46	87,00

(b_i), variância dos desvios da regressão (s_d^2) e coeficientes de determinação das seis variedades, obtidos considerando-se os 29 ambientes do primeiro e do segundo cortes, respectivamente. A comparação das produções médias das variedades mostrou diferenças acentuadas nas suas magnitudes, e ordenações diferentes. Este fato, se repete para os coeficientes de regressão linear e para a variância dos desvios da regressão, de um corte para outro, o que indica que a avaliação da estabilidade fenotípica das variedades é mais precisa quando se considera o total de 58 ambientes (os dois cortes).

As produções médias de colmos em TCH, os coeficientes de regressão linear (b) e as variâncias dos desvios da regressão (s_d^2) para os grupos I e II, correspondentes às combinações das duas primeiras repetições (R_1R_2) e das duas últimas (R_3R_4) estão apresentados no Apêndice 3. As análises de variância em blocos casualizados, considerando cada grupo, uma repetição, as estimativas da variância genética (σ_g^2), variância do erro (σ^2) e dos coeficientes de repetibilidade para cada parâmetro, são fornecidos nas Tabelas 14, 15 e 16.

Os coeficientes de repetibilidade para produção, revelaram-se os mais altos ($>0,96$) e foram semelhantes para cada corte individualmente e para os dois cortes conjuntos. As repetibilidades para os coeficientes de regressão (b) também mostraram valores altos (em torno de 0,80) e semelhantes de um corte para outro, embora no geral tenham sido mais baixos do que a repetibilidade da produção. Já os valores de

TABELA 14 - Análise de variância em blocos casualizados, estimativas da variância genética ($\hat{\sigma}^2_g$), variância ambiental ($\hat{\sigma}^2_e$), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de repetibilidade (r_i) e seu erro [$s(r_i)$] para produção média, no primeiro corte, segundo corte e nos dois cortes conjuntamente.

Fontes de variação	Primeiro Corte			Segundo Corte			Primeiro e Segundo Cortes		
	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes
Grupos	1	0,1302		1	4,7377		1	0,8217	
Variedades	5	192,9388	$\hat{\sigma}^2_g = 95,6160$	5	125,0273	$\hat{\sigma}^2_g = 61,4578$	1	154,3730	$\hat{\sigma}^2_g = 76,3649$
Resíduo	5	1,7069	$\hat{\sigma}^2_e = 1,7069$	5	2,1118	$\hat{\sigma}^2_e = 2,1118$	5	1,6433	$\hat{\sigma}^2_e = 1,6433$
CV%		1,7085			2,3643			1,8587	
$r_i \pm s(r_i)$		0,9825 $\pm$ 0,0246			0,9668 $\pm$ 0,0462			0,9789 $\pm$ 0,0294	

$\hat{\sigma}^2_g$ = variação entre variedades de natureza genética.

TABELA 15 - Análise da variância em blocos casualizados, estimativa da variância genética ($\hat{\sigma}^2_g$), variância ambiental ($\hat{\sigma}^2_e$), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de repetibilidade (r_i) e seu erro [$s(r_i)$], para os valores de $\bar{b}$, no primeiro corte, segundo corte e os dois cortes conjuntamente.

Fontes de variação	Primeiro Corte			Segundo Corte			Primeiro e Segundo Cortes		
	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes
Grupos	1	0,0001		1	0,0000		1	0,0001	
Variedades	5	0,1893	$\hat{\sigma}^2_g = 0,0840$	5	0,0745	$\hat{\sigma}^2_g = 0,0332$	5	0,0733	$\hat{\sigma}^2_g = 0,0333$
Resíduo	5	0,0214	$\hat{\sigma}^2_e = 0,0214$	5	0,0082	$\hat{\sigma}^2_e = 0,0082$	5	0,0068	$\hat{\sigma}^2_e = 0,0068$
CV%		14,5935			9,0640			8,2229	
$r_i \pm s(r_i)$		0,7970 $\pm$ 0,3694			0,8019 $\pm$ 0,2496			0,8304 $\pm$ 0,2210	

$\hat{\sigma}^2_g$ = variação entre variedades de natureza genética.

TABELA 16 - Análise de variância em blocos casualizados, estimativa da variância genética ($\hat{\sigma}^2_g$), variância ambiental ($\hat{\sigma}^2_a$), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de repetibilidade (r_i) e seu erro [$s(r_i)$], para os valores dos desvios da regressão, no primeiro corte, segundo corte e os dois cortes conjuntamente.

Fontes de variação	Primeiro Corte			Segundo Corte			Primeiro e Segundo Cortes		
	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes	GL	QM	Componentes
Grupos	1	0,0003		1	0,0060		1	0,0038	
Variedades	5	0,0270	$\hat{\sigma}^2_g = 0,0109$	5	0,0271	$\hat{\sigma}^2_g = -0,0068$	5	0,0163	$\hat{\sigma}^2_g = 0,0073$
Resíduo	5	0,0052	$\hat{\sigma}^2_a = 0,0052$	5	0,0406	$\hat{\sigma}^2_a = 0,0406$	5	0,0017	$\hat{\sigma}^2_a = 0,0017$
CV%		3,5246			11,9450			2,1359	
$r_i \pm s(r_i)$		0,6770 $\pm$ 0,2828			-0,2012 $\pm$ 0,6764			0,8111 $\pm$ 0,24001	

$\hat{\sigma}^2_g$ = variação entre variedades de natureza genética.

• repetibilidade da variância dos desvios da linearidade (s_d^2) os
cilaram muito de um para outro corte: 0,6770 para o primeiro
corte, -0,2012 para o segundo corte e 0,8111 para os dois cor-
tes conjuntos.

5. DISCUSSÃO

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Num programa de melhoramento da cana-de-açúcar, os clones gerados pela recombinação genética, assim como, as variedades introduzidas, passam por uma série de etapas de seleção, sendo os eleitos testados em experimentos de competição como uma última fase de seleção. Estes experimentos são normalmente conduzidos em vários locais e anos. Os dados obtidos nestes experimentos tornam possível analisar a estabilidade das variedades envolvidas.

Estudos de estabilidade fenotípica das variedades são úteis aos melhoristas, pois permitem sintetizar em poucos parâmetros o enorme volume de informações obtidas num grande número de experimentos distribuídos por locais e anos agrícolas diferentes. Esta técnica se aplica com extrema efi-

ciência aos programas de melhoramento desenvolvidos pelos Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), através do Programa Nacional do Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR), que tem na sua rotina de trabalho um grande número de experimentos, em função da ampla variação ambiental existente nas regiões canavieiras do Brasil.

Os experimentos utilizados neste estudo, foram instalados em sete locais e três anos, sendo uma amostra representativa da área Canavieira da Coordenadoria Regional Norte, do IAA-PLANALSUCAR, que no período mencionado desenvolvia um programa de melhoramento para os Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Entretanto, atualmente, esta área foi ampliada até o extremo Norte, com a finalidade de atender às necessidades técnicas oriundas da expansão da cultura em função do Programa Nacional do Alcool.

Estas novas áreas apresentam diferenças marcantes em fatores climáticos e edáficos, de maneira a provocar mudanças evidentes no cultivo da cana-de-açúcar, tais como diferentes épocas de plantio e colheita. Em muitos casos, tais mudanças chegam a alterar o ciclo da cultura. Desta forma, é mais seguro limitar a aplicação dos resultados deste estudo aos três Estados iniciais.

As diferenças entre as médias de produção dos experimentos (Apêndices 1 e 2, pags. 67 e 68) são explicados por diferenças de condições climáticas, edáficas, épocas de plantio e colheita e tratos culturais existentes entre os ex-

perimentos. A variação existente entre médias de experimentos e entre médias de variedades é responsável pelas interações significativas entre variedades e ambientes (locais, anos e cortes). Tal situação é especialmente adequada para aplicação da técnica da regressão na avaliação do comportamento das variedades. A escolha do modelo de EBERHART e RUSSEL (1966) para estudar a estabilidade fenotípica das variedades baseou-se nos resultados comparativos de KALTSIKES e LATER (1970), JO WETT (1972), EASTON e CLEMENTS (1973), OLIVEIRA (1976) e GALVEZ (1980).

5.2. CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES

A importância da presença da interação de genótipos por ambientes em programas de melhoramento de plantas tem sido objetivo de muitos trabalhos, que comprovam a interferência deste parâmetro nos progressos genéticos alcançados na seleção e nas recomendações de variedades para uma amplitude de ambientes. Na cultura da cana-de-açúcar a presença de interações de variedades por ambientes também tem sido comprovada por GEORGE (1963), MARIOTTI (1974), ESPINOZA e GALVEZ (1980), e outros autores que mostram o aparecimento de interações do tipo Variedades x Locais, Variedades x Anos, Variedades x Cortes, Variedades x Épocas de plantio e Variedades x Épocas de cortes.

No presente estudo a caracterização de ambientes para o estudo de estabilidade foi feita através das análises conjuntas de variâncias em blocos casualizados para cada corte separadamente e pela análise conjunta de variância em parcelas subdivididas no tempo (STEEL e TORRIE, 1960). Nas duas análises conjuntas de variâncias em blocos casualizados a significância da interação de Variedades x Experimentos (Tabela 7, pág. 30), permitiu considerar nas análises de estabilidade para cada corte, experimentos como ambientes diferentes. A análise conjunta de variância em parcelas subdivididos no tempo (Tabela 8, pág. 31), permitiu através da significância das interações "Variedades x Cortes" e "Variedades x Cortes x Experimentos", considerar cada corte de cada experimento como um ambiente diferente.

Dessa forma, locais, anos agrícolas e cortes são considerados ambientes e, conseqüentemente, a estabilidade fenotípica das variedades é avaliada para esta ampla faixa de variação ambiental. Colheitas sucessivas também foram consideradas como ambientes diferentes por BREESE (1969), HILL e SAMUEL (1971) em gramíneas forrageiras e por MONTEIRO (1975) em berinjela.

5.3. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA

Da análise de variância para estabilidade (Tabela 11, pág. 34), verifica-se que os efeitos lineares são

1327 vezes superiores aos efeitos não-lineares, indicando que a maior parte da variação de ambientes dentro de variedades é explicada pela regressão linear, correspondendo a um coeficiente de determinação de 80,27% da variação total de ambientes dentro de variedades. Estes resultados concordam com o encontrado por MARIOTTI *et alii* (1976) e GALVEZ (1980) na cultura da cana-de-açúcar e com os resultados encontrados em outras culturas por BUCIO ALANIS (1966), BREESE (1969), PERKINS e JINKIS (1971), BILBRO e RAY (1976), BONATO (1978) e SANTOS (1980).

A significância estatística da interação de ambientes linear x variedades revelou a existência de diferenças genéticas entre as variedades para seus comportamentos lineares frente às variações ambientais. Desta maneira, os coeficientes de regressão linear constituem-se em parâmetros úteis para diferenciar a adaptação dessas variedades em um ambiente determinado, além de serem úteis na predição de suas respostas frente à amplitude dos ambientes considerados. Tal fato concorda com o resultado obtido na cultura do feijão por SANTOS (1980).

As diferenças nas variâncias dos desvios da regressão reunidos representam diferenças genéticas entre as variedades, indicando que existem diferenças quanto às suas estabilidades, ou seja, quanto à predição de seus comportamentos em ambientes particulares.

A decomposição dos efeitos lineares e não - li-

neares para cada variedade (segunda parte da Tabela 11, pág. 34), permitiu caracterizar o quanto da variação de cada variedade pode ser explicada em termos de regressão linear e seus desvios.

O quociente entre as variâncias do efeito linear e dos desvios da linearidade para cada variedade (Tabela 11, pág. 34), foi superior para a variedade CB45-3 ($F=387,59$) e inferior para a variedade CP53-76 ($F=84,71$), indicando existir diferenças entre as variedades quando ao tipo de resposta à variação ambiental. O coeficiente de determinação, corroborando com esta informação (Tabela 12, pág. 35), mostra que o efeito linear para a variedade CB45-3 é responsável por 87,38% da variação e para a variedade CP53-76 por apenas 60,20%. Apesar da significância dos efeitos lineares para todas as variedades e a sua predominância sobre os efeitos não-lineares, estes últimos também se apresentaram significativos, indicando a possibilidade de comportamentos imprevisíveis em ambientes particulares.

Os coeficientes de regressão apresentados na Tabela 12, pág. 35) mostram o maior valor ($b = 1,24$) para a variedade CB 45-3, indicando maior capacidade desta variedade em responder aos estímulos ambientais favoráveis. O menor valor do coeficiente de regressão linear ($b = 0,78$) obtido para a variedade CP53-76, indica que esta variedade apresenta adaptação maior aos ambientes de baixa capacidade de produção. Apenas as variedades CB47-355 ($b = 1,06$) e CB55-18 ($b=0,91$) ti

veram coeficientes de regressão linear semelhantes à unidade, através do Teste t. Este comportamento diferencial das variedades já era esperado com base na significância da interação de ambientes linear x variedades.

EBERHART e RUSSEL (1966), consideram uma cultivar estável quando apresenta $b = 1$ e $s_d^2 = 0$ (zero). Esse conceito significa que uma cultivar estável é aquela que apresenta respostas progressivas e previsíveis aos melhoramentos ambientais. Os autores estabeleceram estes conceitos para as culturas cujo sistema de produção utiliza uma tecnologia moderna. Isto é o que tem acontecido com a agricultura atual, que está sempre se desenvolvendo no sentido de aumentar a produtividade para atender às necessidades do consumo.

Quando o coeficiente de regressão linear de uma variedade é superior a unidade ($b > 1$), significa que a mesma responde positivamente às melhorias ambientais, no entanto, em condições desfavoráveis, este comportamento pode ser bastante prejudicado. Por outro lado, quando o coeficiente de regressão linear de uma variedade for inferior a unidade ($b < 1$), esta não responde satisfatoriamente às melhorias ambientais, mas também não sofre prejuízos sérios em condições desfavoráveis.

A variância dos desvios da regressão quando baixa, indica que uma variedade em ambientes semelhantes deve apresentar comportamentos semelhantes. No entanto, quando a variância dos desvios da regressão for alta, a variedade não

deve apresentar o mesmo comportamento em ambientes semelhantes. Portanto, este parâmetro é de fundamental importância na avaliação da estabilidade fenotípica. Dentro dessas colocações é fácil perceber que uma variedade pode ser considerada estável com qualquer valor de b , desde que a variância dos desvios da linearidade seja nula. É importante salientar que tanto os valores de b como os da variância dos desvios da regressão são de utilidade nas recomendações de variedades quando estiverem associados a altas produções médias das respectivas variedades.

Adotando este critério e considerando que os valores de b e das variâncias dos desvios da regressão (s_d^2) para cada variedade são valores relativos, a avaliação da estabilidade fenotípica das variedades estudadas deve ser discutida em termos comparativos, dentro do conjunto de variedades em estudo.

De acordo com a Tabela 12 (pág. 35), a variedade CB61-27 apresentou o maior potencial produtivo, tendência de resposta positiva às melhorias ambientais ($b = 1,18$; significativamente superior à unidade) e variância dos desvios da linearidade significativa, mas com magnitude inferior à média geral das variâncias. No entanto, esta variedade tem contra si dois aspectos importantes. O primeiro deles se refere às características industriais, apresentando baixos percentuais de sacarose e maturação tardia. O segundo fator negativo compreende sua suscetibilidade à escaldadura da folha, doença cau

sada pela bactéria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson, considerada das mais importantes no Nordeste.

Já as variedades CB47-355 e CB55-18 apresentam valores de b semelhantes à unidade e as menores variâncias dos desvios da linearidade. Todavia, ambas as variedades apresentam produções inferiores à produção média das seis variedades estudadas.

Ainda na Tabela 12 (pág. 35), observa-se que as variedades CP51-22 e CP53-76, procedentes de Canal Point (Flórida, EUA), apresentam tendências de adaptação às condições ambientais menos favoráveis ($b < 1$). Além disso, elas mostraram comportamento dos mais imprevisíveis, em função de terem apresentado as maiores variâncias dos desvios da linearidade.

Finalmente, a variedade CB45-3 mostrou capacidade produtiva satisfatória (79,04 TCH), muito semelhante à variedade mais produtiva (CB61-27 com 79,90 TCH), potencial de resposta positiva aos estímulos ambientais ($b > 1$) e variância dos desvios da linearidade significativa mas inferior à média das variâncias de todas as variedades estudadas. Esta variedade é muito conhecida pela sua capacidade de adaptação, mostrando sempre uma produção que a situa entre as melhores variedades nas diversas regiões canavieiras do Brasil. Aparentemente, a tendência experimental da variedade CB45-3 em se adaptar melhor aos ambientes mais favoráveis ($b > 1$) está em desacordo com seu comportamento em cultivos comerciais. Em primeiro lugar deve-se considerar que o parâmetro b tem valor re

lativo, dependente das demais variedades que entraram nos ensaios. De fato, para um outro conjunto de variedades, RUSCHEL (1977) encontrou valor de b semelhante à unidade para a variedade CB45-3. Em segundo lugar, deve-se considerar as estimativas de b obtidas individualmente nos dois cortes (Tabela 13, pág. 36). A variedade CB45-3 apresentou valores de b iguais a 1,47 e 1,01, respectivamente para o primeiro e segundo cortes. No caso desta tendência permanecer num terceiro corte, é de se esperar que para um conjunto de três cortes, prática normal em cultivos comerciais, o valor de b da variedade CB45-3 se aproxime da unidade.

As Figuras 1 (pág. 52) e 2 (pág. 53) ilustram bem os diferentes comportamentos das seis variedades estudadas, frente às variações ambientais.

As análises realizadas para cada corte separadamente (Tabelas 9, pág. 31 e 10, pág. 32) confirmam a predominância dos efeitos lineares sobre os não-lineares. Entretanto, quando se compara o primeiro corte com os segundo, através dos valores obtidos pelo quociente ($F = \text{variância dos efeitos lineares} / \text{variância dos efeitos não-lineares}$) verifica-se que o segundo corte tende a ser mais estável, o que confirma os resultados obtidos por MARIOTTI *et alii* (1976). Também, não houve uma mesma ordenação das variedades de um corte para outro, o que confirma a significância das interações "variedades x cortes" e "variedades x cortes x experimentos", obtidas na Tabela 8 (pág. 31). Os coeficientes de regressão linear de

FIGURA 1 - Regressão linear da produção de cana-de-açúcar das seis variedades em 58 ambientes.

Os números identificam as variedades:

1 = CB45-3; 2 = CB47-355; 3 = CB55-18;

4 = CB61-27; 5 = CP51-22; 6 = CP53-76.

$\bullet = b \pm t_{0,05} \cdot s(b)$, onde $t_{0,05} = 2,018$ (GL = 56).

FIGURA 2 - Relação entre a produção média de cana-de-açúcar e coeficientes de regressão linear das seis variedades em 58 ambientes.

um corte para outro (Tabela 13, pág. 36) também não apresentaram a mesma ordenação e os coeficientes de determinação confirmam maior predominância dos efeitos lineares no segundo corte. Estes resultados sugerem que o estudo de vários ambientes em apenas um corte não fornece uma avaliação segura da estabilidade fenotípica das variedades de cana-de-açúcar.

Neste particular, é interessante discutir alguns aspectos relacionados à seleção em cana-de-açúcar. De uma maneira geral, nas três primeiras etapas de seleção, apenas a cana-planta (primeiro corte) é considerada. Exceção ocorre para os clones originados de cruzamentos específicos e biparentais, para os quais na primeira etapa de seleção considera-se a cana-soca (segundo corte), mas as duas etapas seguintes seguem o mesmo processo utilizado com os clones originados de cruzamentos múltiplos (seleção apenas da cana-planta). A utilização única da cana-planta no processo de seleção de cada etapa, pode ser justificada pela grande quantidade de clones existentes nas primeiras etapas quando espaço e tempo forem fatores limitantes. Na primeira etapa de seleção, os clones são ensaiados a partir de sementes sexuais e a seleção tem por finalidade eliminar somente os clones com comportamentos acentuadamente inferiores. Estes fatores minimizam a desvantagem da seleção ser baseada apenas na cana-planta.

Procedimentos diferentes são utilizados na segunda etapa de seleção. Nesta etapa, os clones são ensaiados

- a partir de propágulos vegetativos e a seleção praticada é mais intensa. Conseqüentemente, esta seleção deve ser mais criteriosa que a seleção praticada na primeira etapa. Seria desejável que, nesta segunda etapa, a seleção fosse baseada na cana-soca, ambiente no qual as variedades mostram comportamentos mais estáveis. Neste sentido, os seguintes procedimentos são sugeridos: antecipar de três a quatro meses a seleção de clones na primeira etapa e a instalação do experimento para início da segunda etapa; na segunda etapa, realizar o primeiro corte, sem seleção, após três a quatro meses do plantio; na fase normal, praticar a seleção e instalar a próxima etapa. De acordo com esta sugestão, a seleção dos clones na segunda etapa passaria a ser baseada em cana-soca.

5.4. AVALIAÇÃO DA REPETIBILIDADE DOS PARÂMETROS DE ESTABILIDADE

As estimativas dos parâmetros de estabilidade a partir de dois grupos de informação, um considerando as duas primeiras repetições e o outro considerando as duas últimas repetições de cada experimento (Apêndice 3, pág. 69), permitiram a realização do estudo de repetibilidade.

A repetibilidade dos três parâmetros (médias de produção, b e s_d^2), considerando os dois cortes (Tabelas 14,

pág. 38; 15, pag. 39 e 16, pag. 40) sugerem que a seleção pode ser eficiente para estas características. Estes resultados concordam com o obtido por BONATO (1978) em soja, para os parâmetros produção média e coeficientes de regressão linear, discordando no que se refere à variância dos desvios da regressão. Em relação ao trabalho de SANTOS (1980) com feijão, existe concordância apenas com a repetibilidade da produção média. Isto significa, que a base genética destas características são diferentes de uma cultura para outra, o que se justifica plenamente por ser a cana-de-açúcar alógama e o feijão e a soja autógamas.

Para os parâmetros produção média e coeficiente de regressão linear, a repetibilidade praticamente não se alterou de um corte para outro (Tabelas 14, pag. 38 e 16, pag. 39). Entretanto, para as variâncias dos desvios da linearidade, os valores de repetibilidade foram discordantes de um corte para outro ($r_i = 0,6770$ e $-0,2012$, respectivamente para o primeiro e segundo cortes). Considerando o erro associado à estimativa de r_i , a repetibilidade da variância dos desvios no segundo corte ($r = -0,2012$) pode ser considerada nula, pois $r_i = -0,2012 \pm 0,6764$. A ausência de variação genética para a variância dos desvios da linearidade no segundo corte, provavelmente é devida aos baixos valores das variâncias nos grupos I e II (Apêndice 3, pag. 70, segundo corte). Estes valores baixos são esperados se se considerar a maior predominância de efeitos lineares no segundo corte (Tabela 10, pag. 33).

Este fato vem reforçar a evidência já discutida, de que a seleção praticada no segundo corte deve ser mais promissora que a seleção praticada no primeiro corte.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir para as regiões canavieiras dos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte:

- a) Cortes consecutivos devem ser considerados como ambientes no estudo de estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar;
- b) O segundo corte apresenta nível mais alto de estabilidade do que o primeiro corte;
- c) A estabilidade fenotípica é melhor avaliada quando se considera mais de um corte;
- d) As variedades CB45-3 e CB61-27 mostraram melhor adaptação a ambientes mais favoráveis;
- e) As variedades CP51-22 e CP53-76, procedentes de Canal Point (Flórida, EUA) mostraram melhor adaptação a condições desfavoráveis e apresentaram comportamento menos previsível

que as variedades procedentes de Campos (Rio de Janeiro, Brasil);

- f) Existem evidências de que a seleção realizada sobre a cana-soca é mais eficiente que na cana-planta;
- g) Existem possibilidades promissoras para se alterar tanto a produção como também as respostas lineares e não-lineares às variações ambientais, com a prática de seleção em cana-de-açúcar.

7. LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W. e A.D. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Sci. Madison, 4: 503-508.
- BENNETT, C.A. e N.L. FRANKLIN, 1963. Statistical analysis in chemistry and the chemical industry. N.Y. John Wiley & Sons, Inc., 3ª imp., 724p.
- BHULLAR, G.S.; K.S. GILL e A.S. KHEHRA, 1977. Stability analysis over various filial generations in bread wheat. Theor. Appl. Genet. Berlin, 51: 41-44.
- BILBRO, J.D. e L.L. RAY, 1976. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Sci. 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, 75p. (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.
- CALHEIROS, G.C., 1978. Estabilidade de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no Estado de Alagoas. Piracicaba, ESALQ/USP, 53p. (Dissertação de Mestrado).
- COMSTOCK, R.E. e MOLL, R.H., 1963. Genotype-Environment interactions. In: Statistical Genetics and Plant Breeding. Washington, Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council, publ. 982, p.164-196.
- ESPINOSA, R. e G. GALVEZ, 1980. The interaction of the genotypes with planting dates and harvest cycles in sugarcane. (Apresentado ao International Society of Sugarcane Technologists, 17, Manila).
- EASTON, H.S. e R.J. CLEMENTS, 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. J. Agric. Sci. London, 80: 43-52.

- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSELL, 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. Madison, 6: 36-40.
- FANGUY, H.P., 1971. Brittleness of sugarcane varieties in Louisiana. Proc. ISSCT. 13: 381-385.
- FINLAY, K.W. e G.N. WILKINSON, 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. Victoria, 14: 742-754.
- GALVEZ, G., 1980. The genotype-environment interactions in experiments of sugarcane variety trials (*Saccharum* spp.): comparison of three stability methods. (Apresentado ao International Society of Sugarcane Technologists, 17., Manila).
- GEORGE, E.F., 1963. A further study of *Saccharum* progenies in contrasting environments. Proc. ISSCT. 11: 488-497.
- HILL, J. e C.J.A. SAMUEL, 1971. Measurement and inheritance of environmental response amongst selected material of *Lolium perene*. Heredity, 27: 265-276.
- JENSEN, N.F., 1965. Multiline superiority in cereals. Crop. Sci. Madison, 5: 566-568.
- JOWETT, D., 1972. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop. Sci. Madison, 12: 314-317.
- KALTSIKES, P.J. e E.N. LARTER, 1970. The interaction of genotype and environment in durum wheat. Euphytica. Wageningen, 19: 236-242.

- LUTHRA, O.P. e R.K. SINGH, 1974. A comparison of different stability models in wheat. Theor. Appl. Genetics. Berlin, 45: 143-149.
- MARIOTTI, J.A., 1974. The effect of Environments of the Effectiveness of Clonal Selection in Sugarcane. Proc. ISSCT, 15: 89-95.
- MARIOTTI, J.A.; E.S. OYARZABAL; J.M. OSA; A.N.R. BULACIO e G. H. ALMADA, 1976. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. Rev. Agron. N.O. Argent., XIII(1-4): 105-127.
- MARIOTTI, J.A., 1980. Clonal selection a cross environments on sugarcane. (Apresentado ao International Society of Sugarcane Technologists, 17., Manila).
- MONTEIRO, M.S.R., 1975. Comportamento heterótico e estabilidade fenotípica em híbridos de berinjela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 81p. (Dissertação de Mestrado).
- OLIVEIRA, A.C., 1976. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, UnB., 64p. (Dissertação de Mestrado).
- PERKINS, J.M. e J.L. JINKS, 1968. Environmental an genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity, Edinburgh, 23: 339-356.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6ª ed. Piracicaba, Livraria Nobel S.A. 430p.

PIRES, C.E.L.S. e E.F.S. COSTA, 1980. Association between some characters of sugarcane (*Saccharum* spp.) growing in four localities in the Northeast of Brazil. (Apresentado ao International Society of Sugarcane Technologists, 17., Manila).

PLAISTED, R.L., 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. Amer. Potato J. Maine, 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. Amer. Potato J. Maine, 36: 381-385.

POLLOCK, J.S., 1975. Selection consequences of differential performance of standard clones across environments. Sugar Breeder's Newsletter, 35: 36-41.

RUSCHEL, R., 1977. Phenotypic stability of some sugar cane varieties (*Saccharum* spp.) in Brazil. Proc. ISSCT, 16: 275-281.

SANTOS, J.B., 1980. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 110p. (Dissertação de Mestrado).

SKINER, J.C., 1971. Selection in sugarcane: A review. Proc. ISSCT, 13: 149-161.

STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 481p.

- TAI, G.C.C., 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop. Sci. Madison, 11: 184-190.
- VELLO, N.A. e R. VENCovsky, 1978. Erros associados às estimativas de parâmetros genéticos. Trabalho apresentado na "Reunião Comemorativa dos noventa anos do Instituto Agrônomo". Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. Campinas, São Paulo. 7p. (Mimeografado).
- YATES, F. e M.G. COCHRAN, 1938. The analysis of group of experiments. J. Agric. Sci. London, 28: 556-580.
- ZONTA, E.P., 1978. Análise conjunta de experimentos em parcelas subdivididas. Piracicaba, ESALQ/USP, 18p. (Seminário mimeografado).

8 - APÊNDICE

APÊNDICE 1.- Produções médias^{1/}(TCH) de seis variedades de cana-de-açúcar, variâncias dos resíduos (s^2), média geral ($\bar{Y}.j$) e coeficientes de variação, correspondentes ao primeiro corte de 29 experimentos.

Ambientes	VARIEDADES						s^2	$\bar{Y}.j$	CV%
	CB45-3	CB47-355	CB55-18	CB61-27	CP51-22	CP53-76			
01	95,95	60,78	70,80	77,58	75,80	73,00	83,49	75,65	12,08
02	99,63	91,55	67,78	99,04	75,10	90,78	77,14	87,31	10,06
03	74,00	64,45	53,63	78,80	67,43	65,35	63,05	67,28	11,80
04	77,05	60,03	48,98	77,68	62,33	65,33	40,35	65,23	9,74
05	67,78	49,50	46,03	63,00	53,28	53,23	109,63	55,47	18,88
06	97,58	71,08	70,33	90,50	73,63	68,55	29,26	78,61	6,88
07	102,95	91,88	73,78	101,53	81,40	82,60	94,88	89,02	10,94
08	137,23	81,70	65,48	135,50	129,08	44,13	217,29	98,85	14,91
09	105,33	72,70	85,20	101,95	88,80	75,75	99,40	88,29	11,29
10	92,63	76,18	82,78	98,58	76,63	65,98	49,75	82,13	8,59
11	113,58	109,38	79,48	105,23	82,93	91,45	271,61	97,01	16,99
12	77,30	75,58	62,90	85,98	60,45	63,85	81,42	71,01	12,71
13	76,70	69,73	64,58	86,38	56,08	66,80	52,99	70,05	10,39
14	88,43	87,28	73,05	94,00	67,43	78,80	88,57	81,50	11,55
15	92,98	88,78	60,43	91,80	96,15	52,33	61,59	80,41	9,76
16	100,38	67,75	56,78	86,80	85,00	42,10	124,73	73,14	15,27
17	82,60	59,83	49,73	77,53	73,73	56,03	55,26	66,58	11,17
18	94,25	89,50	45,28	66,53	76,80	86,40	200,82	76,46	18,53
19	127,98	97,80	64,88	107,50	75,10	73,13	204,07	91,07	15,69
20	119,85	106,35	104,35	115,13	82,90	87,40	114,38	102,66	10,42
21	94,50	69,80	71,35	95,78	74,80	70,80	69,26	79,51	10,47
22	106,73	98,98	88,48	107,73	91,95	88,38	41,80	97,04	6,66
23	87,45	80,95	70,03	63,93	84,00	80,58	72,54	77,82	10,94
24	63,18	64,00	50,78	74,75	53,10	59,38	64,16	60,87	13,16
25	52,88	60,45	49,73	58,75	53,10	58,13	34,67	55,51	10,61
26	60,75	61,55	50,93	62,10	59,23	63,80	74,39	59,73	14,44
27	37,98	45,35	55,63	48,00	48,68	54,95	27,67	48,43	10,86
28	62,80	59,60	44,93	74,00	76,65	43,73	60,69	60,29	12,92
29	88,85	65,15	81,63	100,00	97,35	52,00	168,85	80,83	16,08

^{1/} Obtidas a partir do Apêndice 5.

APÊNDICE 2 - Produções médias^{1/} (THC) de seis variedades de cana-de-açúcar, variância do resíduo (s^2), média geral ($\bar{Y}.j$) dos ambientes e coeficiente de variação correspondentes ao segundo corte de 29 experimentos.

Ambientes	VARIEDADES						s^2	$\bar{Y}.j$	CV%
	CB45-3	CB47-355	CB55-18	CB61-27	CP51-22	CP53-76			
1	42,93	24,55	28,65	30,85	35,88	33,76	31,84	32,77	17,22
2	80,58	56,30	53,75	79,78	66,30	71,70	109,16	68,07	15,35
3	69,55	64,75	45,00	73,55	58,23	53,98	39,72	60,84	10,25
4	81,28	63,00	52,85	78,55	59,85	73,30	74,04	68,14	12,63
5	60,87	54,13	39,28	68,00	51,50	45,40	83,79	53,20	16,62
6	84,63	66,35	59,25	83,93	65,55	50,98	81,72	68,45	13,21
7	74,03	56,13	42,33	72,65	53,03	56,55	38,90	59,12	10,55
8	71,93	46,28	54,50	65,40	56,90	32,25	70,10	54,54	15,35
9	88,58	63,85	63,00	91,35	75,88	64,83	70,78	74,58	11,28
10	81,65	59,53	51,43	103,00	67,98	61,43	55,93	70,84	10,56
11	70,70	55,38	34,53	63,65	50,33	43,79	94,12	53,06	17,66
12	94,88	89,05	70,93	106,18	61,63	80,13	84,34	83,80	10,96
13	99,45	89,48	81,50	109,18	65,90	87,93	40,16	88,91	7,13
14	86,28	90,68	85,20	104,73	79,55	74,93	77,20	86,90	10,11
15	43,23	52,85	45,60	61,50	45,88	42,98	33,45	48,67	11,88
16	63,00	70,38	50,93	75,93	61,08	42,00	52,38	60,55	11,95
17	34,15	22,03	24,65	35,48	35,48	28,50	67,51	30,05	26,42
18	39,43	32,38	26,63	36,38	41,95	33,33	80,69	35,02	25,66
19	56,48	47,18	42,48	56,65	50,78	42,93	59,60	49,42	15,73
20	95,75	97,05	89,55	95,58	75,95	86,10	56,27	90,00	8,34
21	65,88	55,45	46,10	60,05	53,50	58,25	58,05	56,54	13,48
22	56,58	49,95	42,73	48,08	48,90	59,40	35,85	50,94	11,75
23	67,83	68,33	56,28	72,28	56,60	61,35	57,25	63,78	11,86
24	67,40	55,45	47,03	76,50	62,40	56,07	45,61	60,81	11,11
25	69,30	57,78	55,00	62,20	66,20	65,08	34,62	62,59	9,40
26	67,50	78,75	59,18	84,28	76,23	74,70	71,17	73,44	11,48
27	73,25	64,23	66,10	82,28	72,43	79,13	66,06	72,90	11,15
28	53,23	48,30	34,95	61,60	55,30	42,43	48,58	49,30	14,14
29	64,80	45,63	49,23	68,63	60,95	38,08	26,07	54,55	9,36

^{1/} Obtidas a partir do Apêndice 6.

APÊNDICE 3 - Produções médias de colmos (TCH), coeficientes de regressão linear (b) e variâncias dos desvios da regressão (s^2_d) de seis variedades de cana-de-açúcar, nas combinações das duas primeiras repetições (R_1R_2) e nas duas últimas (R_3R_4) obtidos em cada corte separadamente e nos dois cortes conjuntos.

Variedades	Primeiro Corte						Segundo Corte						Primeiro e Segundo Cortes					
	(TCH)			b			s ² _d			(TCH)			b			s ² _d		
	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄	R ₁ R ₂	R ₃ R ₄
CB45-3	87,34	90,53	1,41	1,49	86,07	92,58	66,97	71,31	0,93	1,10	39,45	62,65	77,17	80,92	1,18	1,30	74,14	85,07
CB47-355	76,03	74,15	1,19	0,93	83,24	98,07	59,93	58,90	1,16	1,05	33,04	75,07	67,98	66,53	1,14	1,01	61,72	84,51
CB55-18	65,91	64,41	0,88	0,74	99,71	98,80	51,46	51,89	1,05	0,90	38,64	43,08	58,68	58,15	0,96	0,83	68,72	70,31
CB61-27	87,64	86,57	1,18	1,28	118,53	79,67	71,19	74,20	1,28	1,23	49,11	65,47	79,41	80,39	1,19	1,19	83,98	76,68
CP51-22	75,30	74,97	0,71	1,02	123,87	167,27	59,22	58,86	0,65	0,69	56,67	18,68	67,26	66,91	0,76	0,90	93,52	100,24
CP53-76	67,23	67,57	0,66	0,54	166,99	168,36	56,24	57,39	0,92	1,04	69,37	72,52	61,74	62,48	0,78	0,80	118,50	123,31

APÊNDICE 4 - Características geográficas e climáticas dos sete locais onde foram ensaiados os 29 experimentos.

LOCALS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEZ
	PREC	TEMP	PREC	TEMP	PREC	TEMP	PREC	TEMP	PREC	TEMP	PREC	TEMP
EECAC (PE)												
. Latitude 07°51'S												
. Longitude 35°15'W	33	26,6	50	26,8	106	26,3	126	26,1	169	25,0	174	24,0
. Altitude 184 m												
US. SÃO JOSE (PE)												
. Latitude 07°48'S												
. Longitude 35°21'W	48	26,5	116	26,4	203	26,3	272	25,9	289	25,0	299	24,2
. Altitude 80 m												
US. STA. TEREZINIA (PE)												
. Latitude 08°48'S												
. Longitude 35°35'W	63	26,1	64	25,8	128	25,8	202	25,2	237	24,3	223	23,5
. Altitude 202 m												
US. C. BARREIROS (PE)												
. Latitude 08°49'S												
. Longitude 35°12'W	85	26,8	116	26,7	215	26,7	329	26,1	387	25,3	364	24,5
. Altitude 23 m												
US. C.O. D'ÁGUA (PE)												
. Latitude 07°25'S												
. Longitude 35°16'W	51	26,2	53	26,0	124	25,9	157	25,5	186	24,5	186	23,7
. Altitude 180 m												
US. STA. TEREZA (PE)												
. Latitude 07°33'S												
. Longitude 34°59'W	87	26,0	151	26,0	232	25,9	326	25,4	361	24,8	388	23,8
. Altitude 11 m												
US. ESTIVAS (RN)												
. Latitude 06°15'S												
. Longitude 35°15'W	59	25,8	105	25,8	163	26,1	206	26,3	196	25,2	209	24,7
. Altitude 85 m												

PREC. = Precipitação em mm.
TEMP. = Temperatura em °C.

APÊNDICE 5 - Dados de produção em TCH considerando quatro repetições de seis variedades de cana-de-açúcar de 29 experimentos (1º corte), nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, no período de 1973 a 1977.

Exp.	C845-3				C847-355				C855-18				C861-27				CP51-22				CP53-76			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
1	91,0	103,7	100,5	88,6	66,2	48,4	54,3	74,2	67,8	67,8	64,6	83,0	63,8	65,4	81,4	99,7	71,0	77,4	70,2	84,6	61,4	79,8	73,4	77,4
2	96,4	98,4	86,8	114,9	86,5	99,7	86,6	93,4	73,2	74,2	65,5	58,2	91,8	94,7	114,2	95,5	80,1	67,2	74,5	78,6	84,8	92,2	99,1	87,0
3	58,6	78,6	79,9	78,9	70,7	58,8	57,6	70,7	54,2	59,6	51,9	48,8	89,7	82,3	77,4	65,8	74,4	70,7	67,5	57,1	71,9	69,8	59,3	60,4
4	86,2	76,6	75,7	69,7	75,2	57,4	52,6	54,9	58,1	40,0	54,6	43,2	101,3	66,3	74,4	68,7	70,2	62,3	57,4	59,4	75,9	60,8	75,1	49,5
5	78,1	59,8	69,7	63,5*	59,1	54,2	37,4	47,3	56,8	41,8	31,9	53,6	66,3	90,9	45,3	49,5	63,8	54,2	43,2	51,9	66,3	50,0	55,1	41,5
6	95,7	92,5	107,1	95,0	68,7	68,7	69,2	77,7	69,2	69,5	80,8	61,8	88,8	80,4	97,1	95,7	69,7	74,5	76,9	73,4	75,9	61,1	73,4	63,8
7	102,9	97,1	110,2	101,6	79,8	87,3	88,7	111,7	87,2	67,3	68,7	71,9	92,2	97,1	110,0	106,8	67,0	75,2	76,4	107,0	71,0	80,8	80,8	97,8
8	115,8	111,1	165,2	156,8	77,7	78,7	82,6	87,8	72,5	47,6	79,2	62,6	119,5	138,9	149,8	133,8	111,7	107,2	126,3	171,1	40,9	32,0	51,3	52,3
9	110,9	110,1	88,6	111,7	95,0	80,6	59,0	56,2	89,4	92,6	88,6	70,2	111,7	123,7	95,8	76,6	95,0	87,0	91,0	82,2	91,0	83,6	62,2	66,2
10	95,9	88,7	92,5	93,4	72,5	77,4	68,7	86,1	80,6	76,6	75,0	98,9	91,0	98,9	107,8	96,6	79,8	77,4	73,4	75,9	70,2	72,5	54,2	67,0
11	134,7	104,1	96,6	118,9	114,2	135,7	103,8	83,8	68,2	86,1	79,8	83,8	95,5	98,7	104,6	122,1	78,7	68,7	92,5	91,8	111,8	92,0*	86,1	75,9
12	80,9	81,4	63,1	83,8	67,0	66,3	91,0	78,0	60,9	52,7	70,2	67,8	85,8	75,0	106,5	76,6	64,6	59,9	63,1	54,2	61,6	56,6	73,4	63,8
13	77,6	68,7	87,8	72,7	61,4	78,9	78,2	60,4	64,6	70,0	61,6	62,1	90,7	82,9	94,3	77,6	40,8	63,0	61,4	59,1	69,8	60,6	71,2	65,6
14	91,2	78,9	99,8	83,8	75,9	91,9	91,9	89,4	86,1	78,8	66,3	61,0	98,6	87,0	95,8	94,6	72,7	54,6	69,0	73,4	69,7	73,4	78,2	93,9
15	104,0	68,5	98,5	100,9	100,9	64,6	97,3	92,3	58,4	64,0	57,8	61,5	106,6	82,1	86,8	91,7	106,4	77,7	102,5	98,0	58,5	37,7	55,4	57,7
16	108,1	95,9	108,9	88,6	69,8	57,3	81,0	62,9	61,7	54,3	55,3	45,8	108,4	78,9	77,8	82,1	84,1	80,0	80,0	95,9	27,5	57,3	51,2	32,4
17	78,8*	76,4	83,4	91,8	59,8	58,2	56,7	64,6	42,3	48,0	46,3	62,3	65,8	71,9	91,3	81,1	66,8	75,7	73,0	79,4	63,1	60,3	52,9	47,8
18	97,4	78,3	117,2	84,1	74,6	86,2	54,2	103,0	43,7	48,7	40,0	48,7	82,3	71,9	61,5	50,4	97,4	74,2	81,5	54,1	83,0	97,4	74,2	91,0
19	128,8	150,8	135,4	96,9	129,1	106,6	73,9	81,6	66,7	63,8	64,5	64,5	108,4	115,7	105,3	100,6	94,6	65,3	68,2	72,3	64,5	78,2	73,5	76,3
20	93,2	121,2	139,7	125,3	97,4	122,1	98,9	107,0	109,3	99,7	104,6	103,8	98,2	128,5	115,7	118,1	79,8	92,5	67,5	91,8	85,5	94,2	82,9	87,0
21	86,1	75,7	96,6	119,6	52,7	70,2	77,4	78,9	63,8	72,5	72,5	76,6	87,0	98,9	100,6	96,6	78,2	71,7	67,0	82,3	60,6	69,3	68,7	84,6
22	106,4	100,0	112,9	107,6	98,0	97,5	101,4	99,0	91,4	92,7	81,0	88,8	113,9	105,3	104,8	106,9	103,7	91,4	85,7	87,0	82,5	79,5	100,8	90,7
23	81,0	77,7	84,2	106,9	93,9	76,9	71,2	81,8	69,6	76,1	68,0	66,4	59,1	59,9	65,6	71,1	84,2	90,7	85,8	75,3	77,7	72,9	81,8	89,9
24	52,9	78,9	63,8	57,1	63,8	68,8	47,8	75,6	49,5	51,2	46,2	56,2	73,9	79,8	54,6	90,7	56,2	52,9	48,7	54,6	53,7	57,9	56,2	69,7
25	49,5	61,3	52,9	47,8	63,0	52,9	52,0	73,9	47,0	58,8	45,3	47,8	59,6	63,8	55,4	56,2	53,7	57,1	51,2	50,4	52,9	59,6	56,2	63,8
26	58,8	57,1	48,2	78,9	59,7*	67,2	54,6	64,7	52,1	63,1	52,7	35,8	63,0	73,4	52,9	59,1	56,4	66,3	58,8	55,4	57,1	70,5	53,7	73,9
27	42,0	37,0	42,7	30,2	52,4	48,7	39,0	41,3	59,3	54,6	57,4	51,2	50,4	38,8	52,9	49,9	52,4	57,1	42,0	43,2	57,1	57,4	49,5	55,8
28	68,0	66,6	58,3	58,3	77,9	56,7	51,8	52,0	43,7	38,6	57,7	39,7	75,5	72,7	86,2	61,6	81,8	80,4	85,6	58,8	40,5	43,1	51,4	39,9
29	108,5	91,5	84,2	71,2	61,5	67,2	55,8	76,1	81,9	82,6	81,0	81,0	123,1	97,2	100,4	79,3	103,6	96,3	123,1	66,4	67,2	45,3	51,8	43,7

* Parcela perdida.

APÊNDICE 6 - Dados de produção em TCH considerando quatro repetições de seis variedades de cana-de-açúcar de 29 experimentos (2º corte), nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, no período de 1973 a 1977.

Exp.	CB45-3				CB47-355				CB55-18				CB61-27				CP51-22				CP53-76			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
1	40,0	38,0	47,9	45,8	23,2	19,1	25,5	30,4	26,5	22,3	29,0	36,8	40,5	30,4	29,2	23,3	38,0	30,2	37,3	38,0	28,0	41,5	33,6	31,9
2	64,2	83,0	85,2	89,9	56,8	63,8	54,6	50,0	45,7	57,1	55,9	56,3	72,2	58,6	95,7	92,6	64,8	54,4	61,3	84,7	55,3	73,4	86,2	71,9
3	71,4	67,6	74,1	65,1	61,9	66,0	61,9	69,2	38,3	44,8	57,0	39,9	73,3	62,9	83,1	74,9	54,6	56,2*	57,0	65,1	60,2	59,4	65,1	47,2
4	91,6	73,9	97,4	62,2	74,8	63,8	58,0	55,4	63,8	46,4	57,5	43,7	81,6	72,7	87,7	72,2	54,6	64,7	56,3	63,8	71,4	74,8	88,2	58,8
5	58,1	60,4	69,2	55,8*	72,2	59,6	45,3	39,4	43,3	33,2	38,6	42,0	70,5	63,8	83,1	54,6	59,6	42,8	49,0	54,6	51,2	51,2	36,9	42,3
6	78,1	83,1	87,4	89,9	61,3	52,1	65,5	86,5	63,8	51,2	70,9	51,1	73,9	70,0	100,6	91,2	54,1	71,4	62,8	73,9	54,1	42,8	52,9	54,1
7	70,0	66,5	82,3	77,3	59,6	40,6	58,8	65,5	48,0	35,3	44,8	41,2	76,4	67,2	68,0	79,0	45,4	48,4	56,1	62,2	44,8	54,6	67,2	59,6
8	75,6	77,4	77,4	57,3	43,6	51,6	44,5	45,4	43,6	55,2	49,8	69,4	66,7	57,8	56,1	81,0	61,2	60,5	48,9	57,0	32,0	34,7	26,7	35,6
9	87,0	79,8	92,5	95,0	73,4	71,9	67,0	43,1	64,6	61,4	61,4	64,6	92,5	77,4	96,6	98,9	85,5	76,6	68,7	72,7	64,6	60,6	69,5	64,6
10	83,5	76,2	94,7	72,2	56,8	63,8	58,6	58,9	35,9	60,6	50,4	50,8	91,0	104,3	118,1	98,6	62,3	76,6	67,3	65,7	58,0	60,0	72,6	55,1
11	51,2	67,7	85,7	78,2	55,1	50,0	58,2	58,2	46,5	32,7	29,4	29,5	59,8	67,7	58,4	68,7	47,8	50,8	56,7	46,0	55,1	42,7*	31,9	45,5
12	90,7	89,6	92,8	106,4	75,7	100,2	89,1	91,2	75,9	80,8	74,9	52,1	112,4	115,3	105,1	91,9	52,9	63,8	61,9	67,9	83,9	80,6	80,6	75,4
13	103,4	95,8	99,7	98,9	89,9	88,9	92,0	87,1	84,7	87,1	80,9	73,3	120,7	106,4	116,8	92,8	61,2	70,8	66,0	65,6	94,5	96,1	89,6	71,5
14	86,5	87,3	84,8	86,5	99,9	86,5	89,8	86,5	94,0	81,4	75,6	89,8	115,0	98,2	104,1	101,6	85,6	71,4	95,7	65,5	68,0	64,6	94,9	72,2
15	55,2	40,0	46,1	31,6	53,9	46,8	64,6	46,1	52,1	36,2	49,4	44,7	76,9	55,4	64,3	49,4	43,9	44,7	52,3	42,6	53,9	44,0	42,1	31,9
16	73,8	62,5	60,1	55,6	74,6	62,8	72,5	71,6	56,5	51,6	41,1	54,5	86,1	67,2	83,4	67,0	63,9	63,5	64,6	52,3	36,9	46,1	53,9	31,1
17	38,3*	29,5	37,6	31,2	24,6	20,0	13,6	29,9	39,1	20,0	17,9	21,6	37,6	19,1	41,1	44,1	36,1	40,8	22,0	43,0	29,5	18,3	36,7	29,5
18	51,9	38,1	29,4	38,3	33,6	39,1	25,0	31,8	17,6	36,8	25,9	26,2	43,2	36,8	40,0	25,5	56,3	39,3	33,6	38,6	27,2	32,7	22,3	51,1
19	57,1	49,6	52,2	67,0	49,6	54,6	37,0	39,5	41,2	41,2	49,0	38,5	60,5	47,0	54,6	64,5	54,1	37,8	52,1	59,1	48,7	49,6	32,2	41,2
20	68,5	98,9	108,0	107,6	90,5	108,5	95,0	94,2	82,3	101,1	87,0	87,8	77,7	103,1	103,1	98,4	65,0	83,8	73,9	81,1	70,2	84,3	98,2	91,7
21	61,4	48,0	75,9	78,2	46,3	58,2	56,7	60,6	43,1	50,4	47,8	43,1	59,1	60,6	63,8	56,7	61,4	46,3	50,4	55,9	48,7	62,3	57,4	64,6
22	58,6	57,4	59,9	50,4	50,4	43,3	59,1	47,0	34,2	48,7	44,0	44,0	39,9	45,1	45,5	61,8	46,3	45,5	50,4	53,4	61,4	58,2	57,4	60,6
23	67,2	68,8	64,0	71,3	56,7	63,5	65,6	67,5	60,7	57,5	52,6	54,3	75,3	75,3	73,7	64,8	63,2	57,5	59,1	46,6	59,1	62,4	65,6	58,3
24	51,7	63,8	71,8	82,3	55,1	50,4	57,1	59,2	37,5	46,6	50,2	53,8	80,5	62,2	71,7	91,6	63,3	63,2	59,0	64,1	49,3	58,0	56,0	61,0
25	63,4	65,4	68,6	79,8	61,0	53,3	60,5	56,3	43,2	56,5	67,2	53,1	68,1	58,0	63,0	59,7	61,4	61,5	67,9	74,0	62,5	57,5	68,9	71,4
26	56,2	72,2	74,4	67,2	73,1*	88,2	73,9	79,8	53,7	62,1	78,9	42,0	77,7	83,1	85,6	90,7	73,9	88,2	71,4	71,4	72,2	73,0	74,7	78,9
27	77,2	73,0	67,2	80,6	68,0	67,2	52,9	68,8	57,1	64,6	80,6	62,1	84,8	78,1	85,6	80,6	81,4	75,6	61,3	71,4	68,8	88,2	74,7	84,8
28	70,9	49,6	50,4	42,0	69,7	47,4	43,3	32,8	33,6	37,0	33,6	35,6	69,7	58,0	56,4	62,3	65,8	56,8	47,9	50,7	47,9	51,2	41,2	29,4
29	68,3	55,2	67,0	68,7	47,8	35,9	47,8	51,0	53,5	44,6	44,6	54,2	74,2	69,5	66,3	64,5	69,5	58,6	48,7	67,0	46,3	25,5	39,1	41,4

* Parcela perdida.