

LUIZ JOSE OLIVEIRA TAVARES DE MELO

**ANÁLISE AGRONÔMICA E GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
NAS REGIÕES LITORAL SUL E MATA NORTE DE PERNAMBUCO**

RECIFE

2005

LUIZ JOSÉ OLIVEIRA TAVARES DE MELO

**ANÁLISE AGRONÔMICA E GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
NAS REGIÕES LITORAL SUL E MATA NORTE DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Melhoramento Genético de Plantas.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Dr. Francisco José de Oliveira – Orientador – UFRPE

Professor Dr. Gerson Quirino Bastos – Co-orientador – UFRPE

Professor Dr. Clodoaldo José da Anunciação Filho – Co-orientador – UFRPE

RECIFE – PE, BRASIL

FEVEREIRO, 2005

**ANÁLISE AGRONÔMICA E GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
NAS REGIÕES LITORAL SUL E MATA NORTE DE PERNAMBUCO**

LUIZ JOSÉ OLIVEIRA TAVARES DE MELO

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: ____/____/____.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Francisco José de Oliveira – UFRPE

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva- UFRPE

Prof. Dr. Gerson Quirino Bastos- UFRPE

Prof. Dr. Mário Alves Lima Junior- UFRPE

**RECIFE – PE, BRASIL
FEVEREIRO, 2005**

Aos meus pais, Reginaldo e Aliete.

OFEREÇO

A minha esposa, Aurileide, e aos meus filhos, Diego e Tássia, que não medem esforços pelo meu sucesso, sempre transmitindo amor, confiança, estímulo e suporte nas horas mais felizes e tristes da minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças para vencer todos os obstáculos.

Ao Professor Dr. Francisco José de Oliveira, pela orientação, estímulo, apoio e amizade.

Ao Professor Gerson Quirino Bastos, pela confiança, conselhos e ensinamentos transmitidos, que fizeram e fazem parte do meu crescimento intelectual e principalmente pessoal.

A todos os professores da Pós-Graduação em Agronomia na Área de Concentração Melhoramento Genético em Plantas, especialmente a Clodoaldo José da Anunciação Filho e a Edson Ferreira da Silva pela amizade e pelos préstimos ensinamentos recebidos.

Aos diretores, agrônomos e técnicos das Usinas Central Olho D'Água-PE e Usina Trapiche-PE, pelo indispensável apoio à realização dos trabalhos de campo.

A Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, por financiar a pesquisa.

Ao Professor Dr. Mário Alves Lima Junior, Coordenador da Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina -EECAC, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-graduação.

Ao engenheiro agrônomo coordenador do Programa de Melhoramento da EECAC, Djalma Euzébio Simões Neto, pela oportunidade do aperfeiçoamento profissional.

Ao Engenheiro Agrônomo Ricardo Otaviano Ribeiro de Lima, pela revisão do texto e amizade e a Dr. Andréa chaves pelos momentos de luta e amizade.

Ao Engenheiro Agrônomo Odemar Vicente dos Reis, pelos valiosos ensinamentos em estatística e principalmente pela sua amizade.

Aos colegas de turma José Severino de Lira Junior, Walma Nogueira R. Guimarães e Andreza Santos da Costa pelos momentos de luta e amizade.

As secretárias Morgana Kelly Rufino dos Santos e Ana Paula Silva de Araújo, pelos préstimos e dedicados trabalhos de digitação.

A bibliotecária Dalvina Dantas, pela dedicação e ajuda nos trabalhos de pesquisas bibliográficas.

A todos os colegas de trabalho, pela colaboração e apoio na execução dos trabalhos de campo.

E aos demais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II – Avaliação do desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar no Litoral da Mata Sul de Pernambuco

Páginas

TABELA 1. IDENTIFICAÇÃO DOS GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR, GENITORES E PROCEDÊNCIA. RECIFE (PE), 2004.....	51
TABELA 2. ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F.....	51
TABELA 3. RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA EM CADA CORTE, PARA A VARIÁVEL TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA), BRIX (PB), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV), VARIÂNCIA GENÉTICA () E HERDABILIDADE MÉDIA () NO LITORAL DA MATA SUL DE PERNAMBUCO. RECIFE (2004).....	52
TABELA 4. RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CARACTERES TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) BRIX (PB) E A RELAÇÃO DO MAIOR QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO (QMR) E O MENOR, AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS NO LITORAL DA MATA SUL DE PERNAMBUCO. RECIFE (2004).....	53
TABELA 5. VALORES MÉDIOS DOS CARACTERES EM TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) E BRIX (PB), AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS NO LITORAL DA MATA SUL DE PERNAMBUCO. RECIFE (2004).....	55
TABELA 6. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS VARIÂNCIAS FENOTÍPICA (), GENÉTICA (), INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE (), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVG), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO AMBIENTAL (CVA), DA RAZÃO (CVG/CVA), HERDABILIDADE MÉDIA () E A MÉDIA DOS CARACTERES TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE POL POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) E BRIX (PB), AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS NO LITORAL DA MATA SUL DE PERNAMBUCO, RECIFE (2004).....	56

CAPÍTULO III - Avaliação de clones de cana-de-açúcar da série 94 na Mata Norte de Pernambuco

Páginas

TABELA 1. IDENTIFICAÇÃO DOS GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR, GENITORES E PROCEDÊNCIA. RECIFE (PE), 2004.....	76
TABELA 2. ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F.....	76

TABELA 3. RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA EM CADA CORTE, PARA A VARIÁVEL TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA), BRIX (PB), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV), VARIÂNCIA GENÉTICA (σ^2) E HERDABILIDADE MÉDIA (h^2) NA REGIÃO DA MATA NORTE DE PERNAMBUCO, RECIFE (2004).....77

TABELA 4. RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CARACTERES TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) BRIX (PB) E A RELAÇÃO DO MAIOR QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO (QMR) E O MENOR, AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTO DO EXPERIMENTO NA REGIÃO DA MATA NORTE PERNAMBUCO, RECIFE (2004).....78

TABELA 5. VALORES MÉDIOS DOS CARACTERES TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE AÇÚCAR POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) E BRIX (PB), AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTO NA REGIÃO DA MATA NORTE DE PERNAMBUCO, RECIFE (2004).....79

TABELA 6. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS VARIÂNCIAS FENOTÍPICA (σ^2), GENÉTICA (σ^2), INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE (σ^2), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVG), COEFICIENTE DE VARIAÇÃO AMBIENTAL (CVA), DA RAZÃO (CVG/CVA), HERDABILIDADE MÉDIA (h^2) E A MÉDIA DOS CARACTERES, TONELADAS DE CANA POR HECTARE (TCH), TONELADAS DE POL POR HECTARE (TPH), POL % CORRIGIDO (PC), FIBRA (FI), PUREZA (PZA) E BRIX (PB), AVALIADOS EM ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTO NA REGIÃO DA MATA NORTE DE PERNAMBUCO, RECIFE (2004).....80

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

TCH - toneladas de cana por hectare;

TPH - toneladas de pol por hectare;

PC - pol % corrigido;

FI – fibra %;

PZA – pureza %;

PB – brix %;

CV - coeficiente de variação;

σ_f^2 - variância fenotípica;

σ_g^2 - variância genética;

h_m^2 - herdabilidade média;

σ_g^2 - interação genótipo ambiente;

CV_g - coeficiente de variação genético;

CV_a - coeficiente de variação ambiental;

CV_g/CV_a - razão do coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação ambiental;

Y_{ij} - é a observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ - média geral;

g_i - é o efeito do i-ésimo genótipo;

b_j - é o efeito do j-ésimo bloco;

ε_{ij} - é o componente aleatório;

Y_{ijk} - representa o i-ésimo genótipo, no j-ésimo bloco dentro do K-ésimo corte;

(b/c)_{jk} - efeito do j-ésimo bloco dentro do K-ésimo corte;

c_k - efeito do K-ésimo corte;

gc_{ij} - efeito da interação do i-ésimo genótipo com K-ésimo corte;

ε_{ijk} - efeito do erro experimental;

g - genótipo;

b - bloco;

c - corte;

(G x C) - interação genótipo x corte;

QMR – quadrado médio do resíduo;

>(QMR)/<(QMR) – relação do maior quadrado médio do resíduo pelo menor quadrado médio do resíduo.

SUMÁRIO

	Páginas
<u>LISTA DE TABELAS.....</u>	<u>VII</u>
<u>.....</u>	<u>VIII</u>
<u>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....</u>	<u>IX</u>
<u>SUMÁRIO.....</u>	<u>IX</u>
<u>RESUMO.....</u>	<u>X</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>XII</u>
<u>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL.....</u>	<u>16</u>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO II.....	32
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO LITORAL DA MATA SUL DE PERNAMBUCO.....	32
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO III.....	57
AVALIAÇÃO DE CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR DA SÉRIE 94 NA MATA NORTE DE PERNAMBUCO.....	57
RESUMO.....	59
ABSTRACT.....	60
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAL E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
CONCLUSÕES GERAIS.....	81
ANEXOS.....	82
NORMAS DA REVISTA PAB.....	83
NORMAS DA REVISTA BRAGANTIA.....	87
.....	92
CORRESPONDÊNCIA DE RECEBIMENTO DOS TRABALHOS PELAS REVISTAS.....	92

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho quanto ao potencial de produção agrícola e industrial de um conjunto de genótipos constituído com variedades comerciais e clones de cana-de-açúcar, nas microrregiões canavieiras do Litoral Sul e Mata Norte de Pernambuco, bem como analisar a magnitude de alguns parâmetros genéticos úteis em programas de melhoramento. No país existe um número relativamente grande de variedades obtidas em programas de

melhoramento locais e introduzidas de outras regiões, que são avaliadas continuamente na experimentação, com o objetivo de determinar o comportamento e a viabilidade de seu aproveitamento em plantios comerciais. Permite-se, desta maneira, indicar as mais adaptadas à cada zona produtora, possibilitando ao mesmo tempo maior racionalização através da utilização de variedades superiores em produtividade e com boas características agroindustriais. Desse modo, tenta-se contornar o problema da queda da produtividade dada à degenerescência relacionada aos aspectos fitossanitários ou por declínio natural de produção. Os trabalhos experimentais com a lavoura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) foram desenvolvidos durante as safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, sendo um experimento constituído de variedades obtidas dos três principais centros de pesquisa canavieira do país: Rede Interuniversitária do Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA; Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – COPERSUCAR e do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, conduzido na unidade agroindustrial da Usina Trapiche, localizada na Zona Canavieira do Litoral Sul de Pernambuco, no Município de Serinhaém (8°35'S e 35°07'W) e, outro, constituído de clones RB da série 94 na Usina Olho D'Água, localizada na Zona Canavieira da Mata Norte de Pernambuco, no Município de Camutanga (07°24'S e 35°28'W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro blocos, utilizando-se como tratamentos dezesseis genótipos para cada local. A unidade experimental foi representada por cinco linhas de 8,0 m de comprimento com doze gemas por metro, com espaçamento de 1,0 m entre as linhas, em uma área útil de 40 m². Foram avaliadas as variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), percentual de sacarose aparente (PC), teor de fibra (TF), %brix (PB), pureza (PZA), toneladas de pol por hectare (TPH). Os experimentos foram colhidos com uma média de 15 meses de idade para cana-planta, enquanto os de socaria foram colhidos com 12 meses para os três cortes sucessivos. Os resultados mostraram que os genótipos SP 78-4764, SP 86-0621 e SP 86-127 no Litoral da Mata Sul e os RB 813804 e RB 942991 na Mata Norte, apresentaram o melhor desempenho em rendimento agrícola e industrial, sugerindo-se a inclusão desses genótipos em novos estudos de competição em outras diferentes áreas de cultivo da cana-de-açúcar nas Zonas da Mata de Pernambuco. As variedades RB 813804 na Mata Norte e SP 78-4764 no Litoral da Mata Sul exibiram os melhores rendimentos agroindustriais, confirmando a resposta diferenciada como padrões varietais. O efeito de corte da cana nas duas

microrregiões estudadas foi altamente significativo, indicando o comportamento específico entre os genótipos durante os cortes da cana. Observa-se, também, que o peso de cana por hectare é o componente mais influenciado pelos ciclos de colheita da lavoura de cana-de-açúcar. As variáveis TCH e TPH no Litoral Sul e as variáveis TCH, TPH e FI na Mata Norte, foram os caracteres que apresentaram as maiores estimativas de variância genética e herdabilidade, refletindo a maior parte da variação fenotípica observada devida às causas genéticas, indicando potencial êxito na seleção fenotípica para melhoramento dos genótipos visando estes caracteres.

Palavras chaves: *Saccharum* spp., melhoramento genético, caracteres da planta, parâmetros genéticos, seleção, variedades.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate, the potential of agricultural and industrial production of a group of genotypes constituted with commercial varieties and sugarcane clones, as well as the magnitude of some genetic parameters, in two different sugar cane micror-areas of the State, South Coast and North Forest from Pernambuco. In the country a number exists relatively big of varieties obtained in improvement programs local and introduced of other areas, that are appraised continually in the experimentation, with the objective of determining the behavior and

the viability of use in commercial plantings. It is used, of this it sorts things out, to indicate the more adapted to each producing micror-areas, making possible rationalization at the same time through the use of superior varieties in productivity, being still taken into their account good yield. This way, tries to outline the problem of the production fall given to the degenerateness related to aspects fito-sanitary or for natural decline of production. The experimental works with the farming of the sugarcane (*Saccharum* spp.) were developed during the agricultural harvests of 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 and 2002/2003, being a constituted experiment of obtained varieties of the three main centers of research of sugar-cane of the country: Net university Inter of the Development of the Section of sugar and alcohol - RIDESA; Cooperative of the Producing of Sugar and Alcohol of the State of São Paulo - COPERSUCAR and of the Agronomic Institute of Campinas - IAC, in Trapiche sugar mill industrial unit, located in the Sugar cane Area of the South Coast of Pernambuco, in the Municipal district of Serinhaém (8^o35'S and 35^o07'W) another and constituted of clones RB of the series 94 in the Olho D'Água sugar mill, located in the Sugar cane Area of the North Forest of Pernambuco, in the Municipal district of Camutanga (07^o24'S and 35^o28'W). The design experimental in complete randomized blocks with four blocks and sixteen genotypes. The experimental unit was represented by five furrows of 8,0 m of length with twelve yolks for meter, with spacing of 1,0 m among the lines, containing a useful area of 40 m². They were appraised the variables tons of cane for hectare (TCH), percentile of apparent sucrose (PC), fiber tenor (TF),% brix (PB), purity (PZA), tons of pol/hectare (TPH). The experiments were picked with an average of 15 months of age for cane-plant, while the ones of it would beat were with 12 months for the three cuts successive. The genotypes SP 78-4764, SP 86-0621 and SP 86-127 of the experiment of the South Forest and RB 813804 and RB 942991 of the experiment of the North Forest, demonstrated of be potentially productive of the agricultural point of view and wealth in sugar, being suggested the inclusion of those genotypes in new studies of competition of in other areas of cultivation of the sugarcane in the Area of the Forest of Pernambuco. The varieties RB 813804 of the experiment of the North Forest and SP 78-4764 of the experiment of the South Forest exhibited the best acting sugar yield, confirming the answer differentiated as patterns varietais. That the effect of cut of the cane two studied micror-areas was highly significant indicating the specific behavior among the genotypes during the cuts of the cane. It is observed also the weight ton of cane for hectare is the component more influenced by the cycles of

crop of the sugarcane. Variable TCH and TPH in the South Coast and variable TCH, TPH and FI in the North Forest, were them character that you/they presented the largest estimates of genetic variance and heredity, reflected most of the variation observed phenotype caused by genetic factors, indicating success in the selection phenotypic in the improvement of these characters.

Key words: *Saccharum* spp., genetic improvement, genetic parameters, plant characters, selection, varieties.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Importância da cultura de cana-de-açúcar no Brasil

O Brasil agroindustrial é de uma grandeza indiscutível, ano após ano vem batendo recordes de produção em grãos, açúcar e álcool. Nesse quadro de sucesso da agricultura brasileira, destaca-se a cana-de-açúcar, como líder mundial na agroindústria do açúcar e do álcool.

Desde que essa cultura foi introduzida no Brasil, tornou-se uma relevância nas atividades agrícolas de elevada expressão sócio-econômica, principalmente após a implantação do Pró-álcool (Programa Nacional do Álcool em 1979), aumentando a área de produção em todo o país (Andrade, 1985). No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar ocupa uma área de aproximadamente cinco milhões de hectares, com produção de matéria prima em torno de trezentos e noventa e seis milhões de toneladas de colmos na safra 2003/2004 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2004). Os principais produtos gerados são o açúcar, com cerca de vinte e quatro milhões de toneladas e o álcool, ao redor de catorze bilhões de litros. O parque industrial nacional compreende aproximadamente trezentas e vinte e quatro unidades sucroalcooleiras, gerando US\$ 12 bilhões, o que representa 2,2% do PIB brasileiro e gerando emprego para cerca de 1,2 milhão de pessoas (Ribeiro, 2004).

As principais regiões produtoras do Brasil são a Centro-Sul, com área cultivada de 4 milhões de hectares, sendo o Estado de São Paulo responsável por 2,8 milhões de hectares, com produtividade média de 80 t/ha. Enquanto que a região Nordeste, que cultiva cerca de 1,2 milhão de hectares, teve produtividade média de 58 t/ha na safra 2003/2004 (IBGE,2004). Dentre os fatores que contribuem para esse baixo índice de produtividade, identifica-se o uso de variedades com baixo potencial genético de produtividade e ainda as diferentes características agroecológicas dos distintos ambientes existentes nas microrregiões de produção canavieira no Nordeste. A participação dos Estados do Norte-Nordeste na produção de açúcar e álcool na safra 2003/2004, apresenta o Estado de Alagoas como o maior em produção de açúcar (52,6%) e álcool (39,46%) da região. Pernambuco posiciona-se como o segundo produtor em açúcar com

32,5% e álcool com 20,6% (Associação dos Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná - ALCOPAR, 2004). A safra no Nordeste gera 300 mil empregos diretos e outros 1,2 milhão indiretos. O volume negociado com o açúcar é da ordem de US\$ 1,1 bilhão. Em Pernambuco, a safra 2003/2004 foi de aproximadamente dezoito milhões de toneladas, com uma produção de açúcar de 1,4 milhão de toneladas e o álcool em cerca de trezentos e oitenta e um mil metros cúbicos (Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool do Estado de Pernambuco - SINDAÇUCAR, 2004).

Com relação aos Programas de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar (PMGCA), para atender a demanda varietal do país, existem atualmente quatro Programas: o da RIDESA – Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, atualmente, composto por um grupo de oito universidades, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o da Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR) e o recentemente criado pelo Grupo Votorantin, denominado CANAVIALIS, no Estado de São Paulo, que desenvolverá variedades de sigla CV.

O programa desenvolvido pela Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina - EECAC (Campus Avançado da UFRPE), continuou sua atuação em nível regional em três estados do Brasil - Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, interagindo com pesquisadores das outras universidades participantes da RIDESA, mas com atuação centrada na região Nordeste. Para viabilizar a execução das atividades do programa foi estabelecida parceria com produtores interessados em colaborar para obtenção de novas variedades, sendo, então, as fases experimentais do programa distribuídas em áreas de colaboradores que, desta forma, participam ativamente do processo de seleção de genótipos.

A contribuição dos PMGCA no Brasil possibilitou o cultivo atual de 100% dos canaviais com variedades nacionais, representadas pelas RB, SP e IAC, sendo que as de sigla RB (República do Brasil) chegam hoje a ocupar quase 60% dos canaviais. Historicamente, o Estado de Pernambuco destacou-se pelo pioneirismo na obtenção de novas variedades de cana-de-açúcar, segundo Cunha citado por Simões et al. (2002), pois já em 1892, foram obtidas as primeiras variedades brasileiras, que substituíram as áreas de cana Caiana, dizimada pela doença denominada gomose. Dentre as variedades liberadas ou introduzidas para cultivo comercial destacam-se como as mais bem sucedidas no passado as seguintes variedades: a Manteiga (Escada, PE), CB 45-3 (Campos, RJ), SP 70-1143 (COPERSUCAR), Co 331, Co 997, CP 51-22, NA 56-79, RB

72454 (a mais cultivada no país, oriunda do PLANALSUCAR) e, mais recentemente, as IAC 87-3396, IAC 86-2210 (Instituto Agronômico de Campinas), RB 813804, RB 763710, RB 867515, RB 928064, RB 92579 (RIDESA) e as SP da COPERSUCAR, SP 71-6949, SP 78-4764, SP 79-1011 e SP 81-3250, que também são cultivadas no Nordeste.

1.2. Análise de grupos de experimentos

A cultura da cana-de-açúcar na região da Mata de Pernambuco, é submetida a diferentes facilidades e limitações específicas condicionadas pelas diferentes condições edafoclimáticas das microrregiões canavieira do Estado (Koffler et al., 1986). Nessas condições, é esperado que o comportamento das variedades não seja coincidente nos diferentes ambientes a que elas são submetidas, isto é, é esperada a ocorrência de forte interação genótipos x ambientes. Conhecedores deste fato, os melhoristas são obrigados a avaliarem as variedades em experimentos conduzidos em vários locais e/ou safras agrícolas. Para se estimar a interação e, mais ainda, procurar alternativas para atenuar o seu efeito, é necessária a realização da análise conjunta desses experimentos.

Na composição genética da cana atualmente cultivada no mundo participam seis espécies: *Saccharum officinarum* L., *S. spontaneum* L., *S. robustum* Brandes & Jeswiet ex Grassl., *S. sinense* Roxb., *S. barberi* Jeswiet., e *S. edule* Hassk. As variedades de cana-de-açúcar hoje plantadas são todas híbridas, geralmente de 6º a 10º geração, em cujas constituições genéticas predominam a contribuição de *Saccharum officinarum*, com participação menor de *S. spontaneum*, *S. sinensis* e *S. barberi*, e, em alguns, de *S. robustum* (Matsuoka et al., 1999).

Dentre os fatores de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), em Pernambuco, as variedades têm contribuído bastante para melhoria dos rendimentos agrícola e industrial. A baixa produtividade agroindustrial das variedades, aliada ao fenômeno da degenerescência do genótipo, constitui o principal problema da cultura em todo mundo. A busca constante de novas variedades através do melhoramento genético tem possibilitado a seleção de genótipos mais promissores e adaptados às condições edafoclimáticas das Zonas da Mata de Pernambuco (Simões Neto et al., 1999).

O entendimento da interação genótipos x ambientes constitui-se num dos maiores desafios dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação das variedades (Cruz & Carneiro, 2003). Um dos objetivos

básicos do melhoramento das plantas é a seleção de genótipos e populações com boa adaptação e alta produtividade em vários ambientes. Contudo, esta seleção é influenciada pela presença da interação genótipos x ambientes, resultando em comportamento inconstante dos materiais cultivados sob diferentes condições ambientais. Quando o efeito relativo do genótipo não é constante de ambiente para ambiente, manifesta-se a interação. Neste caso, a expressão fenotípica é afetada pelos fatores ambientais, caracterizando a relação: F (fenótipo) = G (genótipo) + A (ambiente) + GA (interação genótipo x ambiente). Assim, tem-se a expressão: $F = G + A + GA$, (Bueno et al.,2001).

A validade de interpretações sobre mecanismos de herança e de previsões sobre o comportamento de materiais genéticos em programas de melhoramento depende do conhecimento acerca dos valores genotípicos. Tal conhecimento é estabelecido com base em dados fenotípicos, os quais refletem influências tanto genéticas quanto não-genéticas (ambientais) no desenvolvimento das plantas. Entretanto, os efeitos genéticos não são independentes dos efeitos ambientais. A resposta fenotípica a uma variação no ambiente não é a mesma para todos os genótipos, e as conseqüências da variação no genótipo dependem do ambiente, constituindo as interações (Moll & Stuber, 1974). A natureza complexa de tal interação é ressaltada por Allard & Bradshaw (1964) que mostraram haver 10^{145} possíveis tipos de interação a partir de apenas dez genótipos e dez ambientes. A existência de interações de genótipos x ambientes reduz a correlação entre o valor fenotípico e o valor genotípico (Comstock & Moll, 1963), dificultando a identificação de genótipos verdadeiramente superiores, pois faz com que os mesmos apresentem comportamento e classificação relativa variável quando são estudados em vários ambientes (Eberhart & Russel, 1966).

Para Ramalho et al. (2001), tanto o genótipo como o ambiente tem um papel decisivo na manifestação fenotípica. De nada vale um genótipo superior quando o ambiente é desfavorável, como também não adianta muito melhorar o ambiente se o genótipo não é o adequado. Para esses autores a interação genótipos x ambientes é o componente que mais dificulta o trabalho do melhorista, por exigir que a seleção seja conduzido nas mesmas condições em que o genótipo será utilizado.

Segundo Chaves (2001), a interação de genótipos x ambientes pode ser definida como sendo o efeito diferencial dos ambientes sobre os genótipos. De outro modo, resulta da resposta diferencial dos genótipos à variação ambiental. Dada sua importância, o melhorista deve avaliar sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e fornecer subsídios que

possibilitem adotar procedimentos para sua minimização e/ou aproveitamento (Cruz & Regazzi, 1997). Ainda para esses mesmos autores, a avaliação da interação genótipos x ambientes torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro.

Shelbourne & Campbell (1976) ressaltam que existem dois problemas importantes relacionados com a interação genótipos x ambientes. Primeiro, prever os fatores ambientais locais que estejam aumentando a interação, e quais os que podem ser agrupados em regiões onde a interação seja mínima. Segundo, selecionar populações e genótipos para esses diferentes estratos, que sejam bem adaptados a todos os locais. No primeiro caso, trata-se de um “objetivo ambiental”, e no segundo, de um “objetivo genético”. Para este último, o melhorista busca a produção de variedades com alta capacidade de tamponamento genético que poderiam suportar condições ambientais adversas, ou seja, as respostas a tais condições seriam mínimas. Suas características, nesses aspectos, seriam tolerância à seca, excesso de água, resistência a doenças, etc.

Allard & Bradshaw (1964) definiram a resposta relativa dos genótipos em relação à variação dos ambientes em dois tipos: previsível e imprevisível. A primeira categoria inclui todos os fatores permanentes do ambiente, como as características gerais do clima e do tipo de solo, e também as características do ambiente que variam de uma maneira sistemática, como por exemplo o comprimento do dia. Inclui-se ainda os aspectos do ambiente determinados pelo homem, como época de plantio, densidade, método de preparo do solo e colheita, entre outros. A segunda categoria inclui as flutuações variáveis do ambiente, como quantidade e distribuição de chuvas, variações na temperatura, entre outros.

Ramalho et al. (1993), enfatizam que a interação genótipo x ambiente ocorre quando há respostas diferenciais dos genótipos em relação à variação do ambiente. Segundo estes mesmos autores, há duas situações freqüentes nos modelos de interação genótipos ambientes, quando se consideram duas ou mais variedades submetidas a dois ou mais ambientes. A primeira, denominada simples, é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, de forma que a posição relativa dos genótipos não é alterada. Este tipo de interação não acarreta problemas ao melhorista, uma vez que os melhores genótipos em um ambiente também os são em outros. A segunda, denominada complexa, é dada pela falta de correlação entre genótipos, de modo que estes apresentem diferentes respostas às variações ambientais, causando

alteração na sua classificação, considerando os diversos ambientes. Apenas quando atribuída a esta última é que a interação proporcionará dificuldades no melhoramento. A interação complexa indica a inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental, ou seja, haverá genótipos com desempenho superior em um ambiente mas não em outro, tornando mais difícil a seleção e ou a recomendação dos mesmos, neste caso a recomendação de uma variedade deve ser restrita a um ambiente específico.

Para Eberhart & Russel (1966), as interações estão normalmente presentes para qualquer material genético com o qual o melhorista possa estar trabalhando, dificultando sensivelmente a demonstração de diferenças significativas entre genótipos, sugerindo assim que um programa de melhoramento poderia ser orientado para o desenvolvimento de variedades particularmente a ambientes especiais. O aspecto negativo, neste caso, é a grande demanda de recursos humanos, material genético e financeiro necessário.

Assim como para outras culturas a variedade é o insumo que permite maior incremento de produção, com menor custo, no entanto, ha necessidade de se conhecer o manejo adequado no que se refere ao local de plantio da mesma. A seleção da variedade de cana-de-açúcar para o cultivo em diversos locais, tem merecido cada vez mais atenção dos técnicos das empresas do setor sucroalcooleiro, haja vista a necessidade de se diminuir o efeito da interação genótipo x ambiente, e assim atingir maiores produtividades agroindustriais nas diversas épocas e ciclos de colheita (Lima & Barbosa, 1996). O manejo ou adequação das variedades nas condições locais de cultivo é um assunto muito abrangente, podendo receber enfoques diferentes por parte dos melhoristas, administradores agrícolas, planejadores e técnicos ligados ao setor, porém todos buscam o mesmo objetivo, que é obter variedades que explore o máximo de cada ambiente em rendimento em toneladas de cana por hectare e em toneladas de pol por hectare, afirma Nunes Júnior (1987).

A interação genótipo ambiente é ainda muito importante para geneticistas e melhoristas pelo fato de que a magnitude dos componentes da interação fornecem informações sobre a região de adaptação de uma dada variedade. As magnitudes relativas da interação, do erro e dos componentes genéticos são úteis na determinação de métodos que maximizem o uso do tempo e recursos em um programa de melhoramento (Meredith, 1984).

Diferentes ambientes de cultivo (locais, anos e ciclos de colheita, etc) afetam significativamente a produtividade agroindustrial de variedade de cana-de-açúcar, que respondem de forma diferenciada às mudanças. Barbosa et al. (2002) relatam que a

presença da interação genótipo x ambiente é fato comum em cana-de-açúcar, tanto na pesquisa de melhoramento genético, quanto no cultivo comercial, e várias metodologias são empregadas para obter esses efeitos, desde o desdobramento da interação em partes simples e ou complexas, como em análise de grupos de experimentos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos conduzidos em diferentes ambientes.

Freeman (1973) fazendo um levantamento sobre o assunto, mostra que a existência de interações entre genótipos e fatores ambientais tem sido, há longo tempo, reconhecida, sendo que a referência mais antiga, que na verdade precede a análise de variância, foi feita por Fisher & Mackenzie (1923). Desde então, muitos trabalhos têm sido feitos quanto aos métodos propostos para análise estatística de interações genótipos x ambientes.

Nos estudos das interações genótipos x ambientes, o uso de métodos de regressão foi primeiramente feito por Yates & Cochran (1938), analisando grupos de experimentos de cultivares de cevada conduzidos em anos e locais diferentes.

Vencovsky (1977) e Geraldi (1977), mostraram que a ocorrência de interação de genótipos x ambientes pode ser detectada estatisticamente, através da análise de grupos de experimentos repetidos em mais de um ambiente e cujos tratamentos sejam constituídos de materiais genéticos. Encontra-se na literatura alguns trabalhos da interação genótipos x ambientes com diversos ambientes de cultivo, a exemplo os trabalhos de Ruschel (1977); Calheiros (1979 e 1981); Pires (1981); Bassinello et al. (1984); Bastos (1984); Farias (1992); Barbosa (1993); Lima & Barbosa (1996); Simões Neto et al. (1996); Calheiros & Barbosa (1996); Barbosa et al. (1999); Souza-Vieira & Milligan (1999) e Silva et al. (2002).

A existência de interação de genótipos ambientes também foi relatada na região canavieira de Pernambuco por Pires & Costa (1980) através de estudos de correlações entre componentes da produção, por Bastos (1984) através de análises de grupos de experimentos objetivando destacar a necessidade de melhor racionalização na fase final de teste de novas variedades de cana-de-açúcar e por estudos de estabilidade de híbridos de cana-de-açúcar realizados por Pires (1981) e Farias (1992), que permitiram sintetizar, em poucos parâmetros, o enorme volume de informações obtidas de um grande número de experimentos, distribuídos em locais e anos agrícolas diferentes de Pernambuco. Estes parâmetros caracterizam a capacidade produtiva, o tipo de adaptação e a estabilidade das variedades envolvidas nos experimentos, facilitando a recomendação de possíveis variedades comerciais.

1.3. Parâmetros genéticos

A variabilidade de um caráter biológico é medida na estatística genética, com mais frequência, através da variância (σ^2) **Brewbaker (1969)**. **Para este autor, a variação biológica total de um dado caráter é descrita estatisticamente como a variação fenotípica total (σ_f^2), a variação ambiental (σ_e^2) incorpora estatisticamente a variabilidade que não é devida a genes em segregação e é também chamada variação não-genética, a variância genética (σ_g^2) origina-se da segregação gênica e da interação dos genes.**

O conhecimento dos componentes da variabilidade fenotípica, resultado da ação conjunta dos efeitos genéticos e do ambiente, é de grande importância para escolha dos métodos de melhoramento, dos locais para condução dos experimentos, do número de repetições e para a predição dos ganhos com seleção. Os efeitos ambientais mascaram o mérito genético dos indivíduos, assim sendo, quanto maior a proporção da variabilidade decorrente dos efeitos de ambiente em relação à variabilidade total, maior esforço deverá ser despendido na seleção dos genótipos superiores (Borém, 1998).

Segundo Rossmann (2001) a variabilidade fenotípica pode ser conhecida por meio das estimativas de herdabilidade, dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental, das variâncias genotípicas e fenotípicas, entre outros parâmetros genéticos, que refletem a natureza do material genético e a ação do ambiente, permitindo assim, a predição dos ganhos decorrentes da seleção e a definição das estratégias de melhoramento que devem ser adotadas. Assim sendo, o conhecimento da magnitude das estimativas de herdabilidade, dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, e as implicações dos efeitos ambientais sobre estas estimativas, refletidas na interação entre genótipos e ambientes, são de fundamental importância para a condução de um programa de melhoramento e a tomada de decisões.

Atualmente, a obtenção de novas variedades comerciais de cana-de-açúcar tem recebido muita ênfase. Isto torna necessária a obtenção de informações a respeito de parâmetros genéticos que possam facilitar o melhoramento da cana-de-açúcar de uma forma mais dinâmica.

O sucesso do programa de cana-de-açúcar depende do conhecimento envolvido nos aspectos genéticos. Esse depende, parcialmente, do reconhecimento de várias características importantes consideradas na seleção. Informações da variabilidade

genética e da herdabilidade dos caracteres de produção para o melhoramento são extremamente importantes e vital para predição do êxito (Paiva, 1980).

Para Ramalho et al. (2001), o conhecimento da variabilidade devida às diferenças genéticas existentes, manifestada pelos caracteres agronômicos, nas populações e o quanto desta é devida a diferenças genéticas, é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento porque permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção.

De acordo com Costa et al. (2000), o sucesso da seleção em programas de melhoramento depende da variação genética na população. O grande interesse está na determinação da variabilidade e da herdabilidade dos caracteres envolvidos, como mostram os trabalhos de estimativa de parâmetros genéticos realizados por Cesnik & Vencovsky (1974), Hogarth et al. (1981), Chavanne & Mariotti (1984), Skinner et al. (1987), Wu & Tew (1989), Hogarth & Bull (1990), Moura (1990), Bressiani (2001) e Silva et al. (2002).

Landell et al. (1999), estudando as estimativas de alguns parâmetros genéticos em cana-de-açúcar observaram para o caráter toneladas de cana por hectare e toneladas de pol por hectare, a componente de variância clones x ambientes elevada, confirmando a resposta específica de clones a ambientes diferenciados e com variações consideráveis de resposta à mudança de ambientes.

Num programa de melhoramento, é muito importante caracterizar o quanto das diferenças fenotípicas que se observam entre os indivíduos se deve às diferenças na sua constituição genética ou às diferenças ambientais. O conceito de herdabilidade originou-se, segundo Reis (2000), na tentativa de quantificar estas diferenças. Brewbaker (1969) relata que Lush foi quem primeiro estimou o coeficiente de herdabilidade e define-o como sendo a proporção genética da variância fenotípica total. Falconer (1972) expressa o conceito como sendo a proporção da variância total que é atribuída aos efeitos médios dos genes, sendo o papel mais importante da herdabilidade predizer a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo ou genético. Segundo Allard (1971) para que os genes possam promover o desenvolvimento de um caráter é preciso que eles disponham do ambiente adequado, mas, não há modificações de ambiente que possam provocar a expressão de um caráter se os genes necessários não estiverem presentes.

Para Falconer & Mackay (1996) a herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada, ou seja, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genético. Apenas o valor fenotípico de um indivíduo pode ser mensurado, porém, é o valor genético que influenciará a próxima geração. Sendo assim, é importante o conhecimento de quanto da variação fenotípica é atribuída à variação genotípica e este é medido pela herdabilidade.

Jacquard (1983) apresentou três princípios para definição de herdabilidade: (1) como medida de semelhança entre pai e filho, (2) porção genética no sentido amplo (h^2_a) e (3) porção genética no sentido restrito (h^2_r), sendo representada pelo símbolo (h^2) (Wright, 1921). No sentido amplo, a herdabilidade pode ser definida como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica, enquanto que, no sentido restrito, a razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica. Portanto, a diferença está no numerador da fração (Allard, 1971; Falconer & Mackay, 1996). O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de $h^2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Quando $h^2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso não existe correlação alguma entre o valor genético e o valor fenotípico da unidade de seleção (Allard, 1971). Quanto aos valores negativos de variância e herdabilidade média, segundo Lynch & Walsh (1998) informam que muitos autores preferem considerar herdabilidade negativa igual a zero, para evitar embaraços na discussão de seus dados, sendo assim possível a ocorrência de herdabilidade negativa quando a variância genética é baixa.

Pela sua importância, a herdabilidade deve ser conhecida para a condução de um programa de melhoramento e muitas decisões práticas são tomadas em função de sua magnitude. Normalmente a herdabilidade é estimada a partir de uma análise de variância. É normal a ocorrência de erros associados às estimativas de herdabilidade e de outros componentes da variância genética. Sendo assim, as estimativas devem ser avaliadas com cuidado. Existe grande faixa de variação nas estimativas da herdabilidade de um mesmo caráter e que esta pode ser parcialmente atribuída à amostragem, às diferenças populacionais e às diferenças ambientais (Vencovsky, 1970; Pesek & Baker, 1971; Ramalho et al., 1993).

Neste sentido, partindo-se da hipótese que a variabilidade comportamental das variedades seriam detectadas na pesquisa, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de produção agrícola e industrial de um conjunto de genótipos constituído com variedades

comerciais e clones de cana-de-açúcar, nas microrregiões canavieiras do Litoral Sul e Mata Norte de Pernambuco, bem como analisar a magnitude de alguns parâmetros genéticos úteis em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blüchner, 1971. 381p.

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v.4, n.5, p.503-7, 1964.

ALCOPAR. Associação de Produtores de Alcool e Açúcar do Estado do Paraná. Disponível em <<http://www.alcopar.org.br>>. Acesso em 29 nov. 2004.

ANDRADE, J.C. Esboço histórico das antigas variedades de cana-de-açúcar. Alagoas: **ASPLANA**, 1985. 285 p.

BASSINELLO, A.I.; ABRAHÃO, I.S.; VALADÃO, M.B.; BARCELLOS, J.E.T. ; PICCOLO, C.R. Primeiros resultados de estudos de novas variedades de cana-de-açúcar em solos de cerrado. In: 3º CONGRESSO NACIONAL DA STAB E V CONVENÇÃO DA ACTALAC. **Anais...** São Paulo, 1984. p. 206-14.

BASTOS, G.Q., **Análise conjunta de competições varietais de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com dois tratamentos comuns, no Estado de Pernambuco**. 1984. 121p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife – Pernambuco.

BARBOSA, G.V.S.; Análise da interação de novas variedades RB de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com ambientes de cultivo em Alagoas. In: CONGRESSO DA STAB, 5, **Anais...** Águas de São Pedro, 1993. p.115-120.

BARBOSA, G.V.S.; CRUZ, M.M.; SOARES, L. Interação de novas variedades RB de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com ambientes de cultivo em Alagoas. In: 7º CONGRESSO DA STAB. **Anais...** Londrina, 1999. p.44-48.

- MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar 27
- BARBOSA, G.V.S.; BARRETO, E.J.; SILVA, W.C.M.; SILVA, G.E.G.; SOUSA, A.J.R. Adaptabilidade e estabilidade de produção de clones RB de cana-de-açúcar da série 92 e 93 em Alagoas. In: 8º CONGRESSO DA STAB. **Anais...** Recife, 2002. p.387-392.
- BRESSIANI, J. A. **Seleção seqüencial em cana-de-açúcar**. 2001. 133p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. (Ed.) **Melhoramento genético de plantas. Princípios e procedimentos**. 1ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2001. 282p.
- BREWBAKER, J.L. **Genética na agricultura**. São Paulo, Polígono, 1969. 217p.
- BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 1998. 453p.
- CESNIK, R.; VENCOVSKY, R. Expected response to selection, heritability, genetic correlations and response to selection of some characters in sugarcane. IN: Proceedings of Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. **Annals...** International Society of Sugar Cane Technologists, Durban. 1974. p.96-101.
- CALHEIROS, G. G. Estabilidade de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no Estado de Alagoas. I. Dados em toneladas de cana por hectare de cana planta, II. Dados em toneladas de pol por hectare de cana planta. In: 1º CONGRESSO NACIONAL DA STAB, **Anais...** Maceió, 1979. p. 122-35.
- CALHEIROS, G. G. Análise de estabilidade das variedades padrões do Programa de Melhoramento da Cana-de-Açúcar em Alagoas. In: 2º CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL E 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MODALIDADES DE FINANCIAMENTO À PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL, **Anais...** Rio de Janeiro, 1981. p. 216-26.
- CALHEIROS, G.G.; BARBOSA, G.V.S. Análise de estabilidade de genótipos RB de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com ambientes de cultivo em Alagoas. In: CONGRESSO DA STAB, 6, **Anais...** Maceió, 1996.p.253-262.
- CHAVANNE, E. R.; MARIOTTI, J. A. LA Eficiencia de la selection clonal a través de ambientes em cana de azucar. In: Proceeding of Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. 20. São Paulo, 1984. **Anais...** International Society of Sugar Cane Technologists, São Paulo. 1984. p.925-931.
- CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambientes. In.: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (eds.) **Recursos genéticos e melhoramento - Planta**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 673 – 713.

COSTA, R. B.; REZENDE, M. C. V.; ARAÚLO, A. J.; GONSALVES, P. S.; BORTOLETTO N. Seleção combinada univariada e multivariada aplicada ao melhoramento genético da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35 n.2, p. 381-388, 2000.

COMSTOCK, R.E.; MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In: Hanson, H.D.; ROBINSON, H.F. **Statistical Genetics and Plant Breeding**. Washington, National Academy of Sciences, 1963. p.164-196.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. (Ed.) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed. rev. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2. 2003. 585p.

FARIAS S. O. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) para a produção de pol e de biomassa no Nordeste do Brasil**. 1992. 132p. Dissertação (Mestrado).Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife – Pernambuco.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FALCONER, D.S. **Introdução a genética quantitativa**. México, Continental, 1972. 430p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. (Ed.) **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman, 1996. 464p.

FREEMAN, G.H. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. **Heredity**, Edinburgh, v.31, p.339-354, 1973.

FISHER, R.A.; MACKENZIE, W.A. Studies in crop variation. II The manorial response of different potato varieties. **Journal of Agricultural Science**, 13, 311, 1923.

GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays L.*) e perspectivas de melhoramento**. 1977.174p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

HOGARTH, D.M.; WU, K.K.; HEINZ, D.J. Estimating genetic variance in sugar cane using a factorial cross design. **Crop Science**, Madison, v.21, p.21-25. 1981.

HOGARTH, D. M.; BULL, J. K. The implications of genotype x environment interactions for evaluating sugarcane families. In: KANG, M. S. (Ed). **GE interaction and plant breeding**. Louisiana University, Baton Rouge. p.335-346.1990.

IBGE. Produção agrícola municipal, culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, v.30, p.29, 2003. Disponível em <[http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acessado em 29/11/2004.

JACQUARD, A. Heritability: one word, three concepts. **Biometrics**, Arlington. v.39, n.2, p.465-477, 1983.

KOFFLER, N. F.; LIMA, J. F. W. F.; LACERDA, M. F. DE; SANTANA, J. F. ; SILVA, M. A. Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil: PERNAMBUCO. **IAA/PLANALSUCAR**. Piracicaba, 1986.

LANDELL, M. G. A.; ALVAREZ R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA M. P.; SILA, M. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; PERECIN D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; KANTHACK, A.; FIGUEIREDO P.; VASCONCELOS C. M. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo Roxo da Região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas. v. 58, n.2, p.1-13, 1999.

LIMA, L.F.N.; BARBOSA, G.V.S. Interação de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com ambientes de cultivo na Usina Caeté. In: CONGRESSO DA STAB, 6, **Anais...** Maceió, 1996. p.213-223.

LYNCH, M.; WALSH, B. **Genetics and Analysis of Quantitative Traits**. Sunderland, Sinauer Associates, 1998. 980p.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F.; ARIZONA, H. Melhoramento de cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1999. p.205-251.

MEREDITH, J.R.; W.R. Quantitative genetics. In.: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.E. (eds.) **Cotton and cotton improvement**. Madison: ASACSSA, 1984. p.131-150.

MOLL, R.H.; STUBER, C.W. Quantitative genetics; empirical results relevant to plant breeding. **Advances in Agronomy**, New York, v.26, p.277-315, 1974.

MOURA, M.M. **Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres industriais de híbridos de cana-de-açúcar**.1990. 137p. (Dissertação Mestrado).Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife –Pernambuco.

NUNES JÚNIOR, M.S.D. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização. Campinas: **Fundação Cargil**, 1987,v.1, p.187-259.

PAIVA, J.R. de **Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* sp.) e perspectivas de melhoramento**. 1980. 92p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: USP-ESALQ,

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

PIRES, C. E. L. S., **Estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte**. 1981. 72p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife – Pernambuco.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Comparison of predicted and observed responses to selection for yield in Wheat. **Canadian Journal of Plant Sciences**, v.51, n.3, p.187-192, 1971.

REIS, E.F. **Ganhos preditos e realizados, por diferentes estratégias de seleção, em populações de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa, 2000. 120p. Tese (D.S.) – Universidade Federal de Viçosa.

RIBEIRO, F. M. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **A agroindústria Canavieira Realizações e Perspectivas**. Disponível em: <http://www.cogensp.org.br/workshop/2004/Cogeracao_Ener_Bio_Cana_ESP_01042004.pdf>. Acessado em 12 dez. 2004.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 91p. Dissertação de (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RUSCHEL, R. Phenotypic stability of sugar cane varieties (*Saccharum* spp.) in Brazil. In: International society of sugar cane technologists, São Paulo, 1977. Proceeding. São Paulo: **ISSCT**, 1977. p. 275-81.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. (Ed.) **Genética na agropecuária**. 2.ed.Lavras: UFLA, 2001. 472p.

SILVA, M.A.; LANDELL, M.G.A.; GONÇALVES, P.S.; MARTINS, A.L.M. Yield components in sugarcane families at four locations in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina. v.2, n.1. p.97-106, 2002.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, M. M. DE & CAVALCANTI, C. A. C. Comportamento da Variedade RB 763710 em diversos locais do Estado de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: 6º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. **Anais...** Maceió, 1996. p. 200-206.

SIMÕES NETO, D. E.; MOREIRA, C. N.; LIMA, R. O. R.; MELO L. J. O. T. Desempenho de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em diferentes ambientes do Estado de Pernambuco. In: 7º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. **Anais...** Londrina -PR, 1999. p.29-33.

SIMÕES, A.L.; SIMÕES NETO, D.E.; MACIEL, G.A.; SIMÕES, T.N.S.M. Avaliação de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) para os tabuleiros costeiros de Pernambuco. 8º CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL. Recife/PE, 2002, **Anais**. Recife/PE, STAB, 2002. p.325-330.

SKINNER, J.C.; HOGARTH, D.M.; Wu, K.K. Selection methods, criteria, and indices. In D.J. Heinz (ed.) **Sugarcane improvement through breeding**. Developments in crop science, v.11, p. 409–453, 1987.

SILVA, M. A.; GONÇALVES, P. S.; LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, A. J. Estimates of parameters and expected gains from selection of yield traits in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina. v.2, p.569-578, 2002.

SINDAÇUCAR. Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.sindacucar.com.br/index1.html>>. Acessado em 08 jan. 2005.

SHELBOURNE, C.J.A.; CAMPBELL, R.K. The impact of genotype-environmental interaction on tree improvement strategy. **Proceedings Joint Mastig of Genetics**. Bordeaux, 1976.p.73-93.

SOUZA-VIEIRA, O.; MILLIGAN, S. B. Intrarow plant spacing and family x environment interaction effects on sugarcane family evaluation. **Crop Science**, Modison. v.39, p.358-364, 1999.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados a cruzamentos dialélicos de variedades**. Piracicaba, 1970. 112p. Tese (Livre docente) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

VENCOVSKY, R. **Princípios de genética quantitativa**. Piracicaba: ESALQ/USP. Departamento de Genética, 1977. 97p.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**. Australian. v. 28, n. 4, p. 556-580,1938.

WU, K. K.; TEW, T. L. Evaluation of sugarcane crosses by family yields. In: Proceedings of Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, 20; São Paulo, 1989. **Annals...** International Society of Sugar Cane Technologists. 1989. p. 926-931.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Islamabad, 1921.v. 20, p. 557-585.

CAPÍTULO II

Avaliação do desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar no

Litoral da Mata Sul de Pernambuco

Avaliação do desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar no Litoral da Mata Sul de Pernambuco¹

Luiz José Oliveira Tavares de Melo⁽²⁾, Francisco José de Oliveira⁽³⁾, Gerson Quirino Bastos⁽³⁾, Clodoaldo José da Anunciação Filho⁽³⁾, Odemar Vicente dos Reis⁽⁴⁾.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho quanto à produtividade agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar no Litoral da Mata Sul de Pernambuco e estimar alguns parâmetros genéticos úteis em programas de melhoramento. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro blocos e dezesseis genótipos. As variedades SP 78-4764, SP 86-0621 e SP 86-127 demonstraram serem potencialmente produtivos do ponto de vista agrícola e riqueza em açúcar. A variedade SP 78-4764 exibiu o melhor desempenho agroindustrial, confirmando a resposta diferenciada como padrão varietal. O efeito de corte da cana foi altamente significativo indicando o comportamento específico entre os genótipos durante os cortes da cana. O peso de cana por hectare é o componente mais influenciado pelos ciclos de colheita e menos expressivo para os demais caracteres estudados. A existência de variabilidade genética entre as variedades estudadas possibilitou ganhos genéticos favoráveis a seleção de plantas superiores. As variáveis toneladas de cana por hectare (TCH) e toneladas de pol por hectare (TPH) refletiram a maior parte da variação fenotípica observada devida às causas genéticas, indicando êxito na seleção fenotípica para melhoramento destes caracteres.

Termos para indexação: *Saccharum* spp., melhoramento, caracteres da planta, parâmetros genéticos, seleção.

⁽¹⁾Aceito para publicação em

Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

⁽²⁾Biólogo, Aluno do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético em Plantas” (PPGAMGP) da UFRPE. E-mail: luizjose@hotmail.com

⁽³⁾Eng^o Agr^o, MSc, Dr. Prof. Adjunto. Departamento de Agronomia da UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52171-900, Recife – PE. E-mail: franseol@uol.com.br; bastosgq@hotmail.com; clodoaldo-anunciacao@bol.com.br.

⁽⁴⁾ Eng^o Agr^o, MSc, Pesquisador do IPA - Av. San Martin 1371, Bongi, Caixa Postal 1022, CEP: 50751, Recife, PE. E-mail: ipa@ipa.br.

Evaluation acting of sugarcane varieties in the Coast of the South Forest of Pernambuco**Abstract**

This work aimed to evaluate the productivity agricultural and industrial of sugarcane varieties in the Coast of the South Forest of Pernambuco and to esteem some useful genetic parameters in improvement programs. The design experimental in complete randomized blocks with four blocks and sixteen genotypes. The varieties SP 78-4764, SP 86-0621 and SP 86-127 demonstrated fo be potentially productive of the agricultural point of view and wealth in sugar. The variety SP 78-4764 exhibited the best acting agricultural and industrial yield confirming the answer differentiated as pattern varietal. The effect of cut of the cane was highly significant indicating the specific behavior among the varieties during the cuts of the cane. The weight ton of cane for hectare is the component more influenced by the cycles of crop for the sugarcane farming and less expressive for other characters studied. The existence of genetic variability among the studied varieties makes possible won genetic favorable and selection of superior plants. The variables tons of cane for hectare (TCH) and ton of pol for hectare (TPH) reflected most of the variation observed phenotype caused by genetic factors, indicating success in the selection phenotypic in the improvement of these characters.

Index terms: *Saccharum* spp., improvement, genetic parameters, plant characters, selection.

Introdução

Dentre os fatores de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em Pernambuco, as variedades têm contribuído bastante para melhoria do rendimento agrícola e industrial. A baixa produtividade agroindustrial das variedades, aliada ao fenômeno da degenerescência da planta, constitui o principal problema da cultura em todo mundo. A busca constante de novas variedades através do melhoramento genético tem possibilitado a seleção de genótipos mais promissores e adaptados às condições edafoclimáticas das Zonas da Mata de Pernambuco (Simões Neto, 1999).

No Brasil existe um número relativamente grande de variedades obtidas em programas de melhoramento locais e introduzidas de outras regiões, que são avaliadas continuamente na experimentação, com o objetivo de determinar o comportamento e a viabilidade de seu aproveitamento em plantios comerciais. Usa-se, desta maneira, indicar as mais adaptadas a cada microrregião produtora, possibilitando ao mesmo tempo racionalização através da utilização de variedades superiores em produtividade, levando-se ainda em consideração suas boas características agroindustriais. Desse modo, tenta-se contornar o problema da queda de produção dada à degenerescência relacionada a aspectos fitossanitários ou por declínio natural de produção (Bassinelo et al., 1984). Alguns autores, como Mamede et al. (2002), descrevem que a base da sustentação da agroindústria sucroalcooleira é a variedade de cana-de-açúcar, num processo contínuo de substituição.

O estudo da interação genótipos x ambientes constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação das variedades (Cruz & Carneiro, 2003). Para Cruz & Regazzi (1997), a avaliação da interação genótipos x ambientes é de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro. Estudos a respeito da relação genótipo x ambiente e os efeitos dessa interação tem sido objeto de diversas pesquisas em programas de melhoramento

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar36
genético da cana-de-açúcar, a exemplo dos trabalhos realizados por Farias (1992), Souza-
Vieira & Milligan (1999) e Silva et al. (2002b).

Diversos métodos têm sido propostos no sentido de avaliar o comportamento ou “performance” de genótipos cultivados em um conjunto de ambientes. De maneira geral, a análise de grupos de experimentos é predominantemente utilizada como um passo estatístico para determinação de parâmetros de estabilidade fenotípica. Bastos (1984) objetivando destacar a necessidade de melhor racionalização na fase final de teste de novas variedades de cana-de-açúcar, foi o primeiro a usar a análise de grupos de experimentos para o Estado de Pernambuco em 24 competições varietais, englobando 61 genótipos diferentes.

O conhecimento da variabilidade devida às diferenças genéticas existentes, manifestada pelos caracteres agronômicos nas populações, e o quanto desta é devida a diferenças genéticas é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, por permitir conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção (Ramalho et al., 2001). O sucesso da seleção em programas de melhoramento depende da variabilidade na população. O grande interesse está na determinação da variabilidade e da herdabilidade dos caracteres envolvidos, como mostram os trabalhos de estimativa de parâmetros genéticos realizados por Wu & Tew (1989), Hogarth & Bull (1990), Bressiani (2001) e Silva et al. (2002a). Estudando as estimativas de alguns parâmetros genéticos, Landell et al. (1999) observaram que, para os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH) e toneladas de pol por hectare (TPH), a componente de variância clones x ambientes foi elevada, confirmando a resposta específica de clones a ambientes diferenciados e com variações consideráveis de resposta à mudança de ambiente.

Neste sentido, partindo-se da hipótese que a variabilidade comportamental das variedades seriam detectadas na pesquisa, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho quanto à produtividade agroindustrial de genótipos de cana-de-açúcar no Litoral da Mata Sul

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar37
de Pernambuco e analisar a magnitude de alguns parâmetros genéticos úteis em programas de
melhoramento genético.

Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos durante as safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, na unidade industrial da Usina Trapiche, localizada na Zona Canavieira do Litoral Sul de Pernambuco, no Município de Serinhaém (8^o35'S e 35^o07'W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro blocos, utilizando-se como tratamentos dezesseis genótipos (Tabela 1), sendo três testemunhas (SP 78-4764, SP 79-1011 e SP 71-6949), consideradas padrões varietais. As parcelas foram formadas por cinco linhas de 8,0 m de comprimento com doze gemas por metro linear, com espaçamento entre linhas de 1,0 m, caracterizando uma área útil de 40 m². Foram avaliadas as variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), percentual de sacarose aparente (PC), teor de fibra (FI), %brix (PB), pureza (PZA), toneladas de pol/hectare (TPH).

A colheita do experimento foi feita em cana crua, sendo observado o período médio de 15 meses para cana-planta após plantio e 12 meses para os três cortes sucessivos em cana-soca. Para determinação das características tecnológicas, retirou-se, por ocasião da colheita, uma amostra de dez colmos, ao acaso, para a análise de fibra % cana, brix % cana, pol % cana, pureza % cana, segundo o método de prensa hidráulica de Tanimoto (1964).

A produtividade por área (TCH) foi calculada por meio da transformação do peso da parcela em toneladas por hectare. Os dados referentes à TPH foram obtidos multiplicando-se o peso de cana por hectare (TCH) pelo percentual de sacarose aparente (PC). Após as transformações, os dados foram submetidos à análise genético-estatística individuais e de grupos de experimentos. As análises individuais foram realizadas de acordo com Gomes (1990) sendo o modelo matemático aditivo linear conforme a seguir: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, onde, Y_{ij} : é a observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco; μ : média geral; g_i : é o efeito

do i -ésimo genótipo; b_j : é o efeito do j -ésimo bloco; ε_{ij} : é o componente aleatório. Para as análises de grupos de experimentos, foram efetuadas conforme modelo proposto por Yates & Cochran (1938). No caso da análise de grupos de experimento foram obedecidas às exigências de variâncias semelhantes, isto é, uma vez que o valor calculado da relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo (Teste de Hartley) foi menor que o tabelado na tabela F máximo, de acordo com o teste de homogeneidade de variância, Ramalho et al. (2000).

As comparações de médias foram formuladas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. No caso de interação significativa entre genótipo x ambiente (corte), na análise de grupos de experimento, o quadrado médio residual adotado para comparações de tratamentos foi da interação entre genótipos x cortes. A análise de variância de grupos de experimentos (Tabela 2) foi realizada segundo o modelo estatístico, conforme a seguir: $Y_{ijk} = \mu + (b/c)_{jk} + g_i + c_k + gc_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde: Y_{ijk} : representa o i -ésimo genótipo, no j -ésimo bloco dentro do K -ésimo corte; μ : média geral do ensaio; $(b/c)_{jk}$: efeito do j -ésimo bloco dentro do K -ésimo corte; g_i : efeito do i -ésimo genótipo; c_k : efeito do K -ésimo corte; gc_{ij} : efeito da interação do i -ésimo genótipo com K -ésimo corte; ε_{ijk} : efeito do erro experimental. Foram determinados como fixos, os efeitos do genótipo (g), e aleatórios os efeitos do bloco (b) e corte (c).

A partir das esperanças dos quadrados médios, foram calculados os componentes de variação fenotípica, genética, ambiental e interação genótipos x cortes para todas as variáveis estudadas, conforme Cruz (2001). Procedeu-se para cada variável o cálculo dos coeficientes de variação genética, fenotípica, ambiental e da herdabilidade média, utilizando-se as fórmulas sugeridas por Vencovsky (1987). As análises genético-estatísticas foram processadas através do programa GENES (Cruz, 2001).

Resultados e Discussão

Estão sintetizados na Tabela 3 os resultados dos seis caracteres submetidos à análise de variância individual compreendendo os quadrados médios, a média geral, variância genética ($\hat{\sigma}_g^2$) e a herdabilidade média (h_m^2), juntamente com os coeficientes de variação do erro experimental e a significância do teste F. Os resultados do teste F detectaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) entre os genótipos para as variáveis peso de cana por hectare (TCH) e toneladas de pol por hectare (TPH) nos quatro cortes da cana. A significância demonstrada pelos quadrados médios para o TCH e TPH evidenciou a existência de um alto grau de variabilidade genética entre os genótipos estudados. Contudo, as variáveis pol % corrigido (PC), fibra (FI) e brix (PB) foram significativas nos três primeiros cortes da cana, tendo a pureza apresentado significância apenas no 2º corte. Estudos da interação entre famílias e clones de cana-de-açúcar realizados por Bressiani (2001), Bressiani (2002) e Silva et al. (2002a), observaram diferenças significativas ($p < 0,01$) para TCH e peso de brix por hectare (TBH), sendo este último equivalente ao caráter TPH.

A média para o TCH variou de 56 a 52 t/ha, respectivamente para o 1º e 4º corte da cana, enquanto, o TPH obteve no 4º corte o maior valor de 7,11 t pol/ha e o menor de 4,77 t pol/ha para o 3º corte. As demais variáveis (PC, FI, PZA e PB) apresentaram valores médios com pequena amplitude de variação nos quatro cortes da cana. A redução acentuada dos valores obtidos no 3º corte da cana pode ser atribuída aos fatores não controláveis ocorridos naquela safra, mesmo assim não comprometem os resultados desta pesquisa.

As variâncias genéticas para os caracteres estudados distribuíram-se numa ampla faixa de valores, oscilando de -0,133 a 103,6501, sendo a menor para PB no 4º corte e a maior para TCH no 1º corte. A maior variância genética observada para variável TCH nos quatro cortes da cana (Tabela 3) indica a existência de variabilidade entre os genótipos avaliados, com

perspectivas favoráveis de seleção de plantas desejáveis, podendo ser utilizada em programas de melhoramento. Verifica-se que as estimativas da herdabilidade média (h_m^2) foram expressivas para o TCH e TPH, com valores acima 85% para os quatro cortes da cana, o que sugere a possibilidade de progresso com a seleção desses caracteres. Os coeficientes de variação oscilaram entre 2,81% a 10,86%, indicando uma boa precisão experimental. As análises individuais permitem concluir sobre a existência de homogeneidade das estimativas das variâncias residuais, uma vez que o valor calculado da relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo (Teste de Hartley) foi menor que o tabelado na tabela F máximo, de acordo com o teste de homogeneidade de variância, Ramalho et al. (2000).

Quanto aos valores negativos de variância e herdabilidade média observadas para PC, PZA e PB, no quarto corte, Lynch & Walsh (1998) relatam que muitos autores preferem considerar herdabilidade negativa igual a zero, para evitar embaraços na discussão dos dados, sendo assim possível a ocorrência de herdabilidade negativa quando a variância genética é baixa. O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de $h^2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Quando $h^2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso, as estimativas de herdabilidades negativas para as variáveis PC, PZA e PB, indicam que as variâncias dessas características já diminuíram expressivamente ou que as variâncias ambientais foram superestimadas.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos seis caracteres agroindústrias submetidos à análise de variância de grupos de experimentos, compreendendo os quadrados médios dos genótipos, dos cortes e da interação genótipo x corte (G x C), juntamente com os coeficientes de variação, do erro experimental e a significância do teste F. Os resultados do teste F detectaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) entre os genótipos, os ambientes e para interação genótipo x cortes, para todos os caracteres avaliados, ao nível de 1% de

probabilidade, exceto a interação genótipo x corte para a variável pureza. A significância dos quadrados médios pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, evidenciou a existência de um alto grau de variabilidade genética entre os genótipos de cana-de-açúcar, assegurando ao melhorista perspectivas favoráveis de seleção de genótipos promissores.

A variância não significativa da interação (G x C) para variável pureza (PZA), também foi observada por Moura (1990). A não significância da interação (G x C) para variável pureza mostra que o comportamento dessa variável independe do ciclo de corte da cana. Contudo, a variância significativa da interação (G x C) para o teor de fibra (FI) não foi concordante com os resultados de Landell et al. (1999). Entretanto, a variância significativa para o brix concorda com os trabalhos de Silva et al. (2002b).

Com relação à interação significativa com o ambiente (corte), os resultados indicam que todas os caracteres foram altamente influenciados pelos cortes (ciclo da cana), tendo a variável TCH exibido valor em magnitude superior aos demais caracteres, mostrando assim ser uma das variáveis mais influenciada pelos ciclos de colheita da cana. Resultados semelhantes foram observados por Landell et al. (1999) e Santos et al. (2004). A significância da interação genótipo x corte para as variáveis TCH, TPH, PC, FI e PB indica que os cortes representam ambientes contrastantes, neste caso, os genótipos avaliados têm comportamento dependente do corte (ciclo de colheita). Resultados semelhantes para as variáveis TCH, TPH e PCC foram encontrados por Landell et al. (1999).

A análise de variância de grupos de experimentos indicou diferenças altamente significativas em relação às fontes de variação de genótipos e cortes e da interação entre eles. Isso significa que os genótipos testados diferiram para as variáveis estudadas, bem como os cortes, por causa dos fatores edafoclimáticos dos anos (ciclo da cultura) nos quais o trabalho foi desenvolvido. Resultados semelhantes foram observados por Rosse et al. (2002), quando estudaram a comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar.

O peso de cana por hectare (Tabela 4) exibiu valores mais altos em magnitude para a interação genótipo x corte. A decomposição de TPH em TCH e PC na fonte de variação da interação (G x C), mostrou que o TCH foi o que mais se destacou com uma proporção de 1:33 para o TCH, e o PC com aproximadamente 1:1. Com base nestes resultados, a interação (G x C) exerce mais influência sobre o TCH e menos sobre o PC. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos durante os cortes da cana (ciclo da cana). Os estudos em cana-de-açúcar realizados por Landell et al. (1999) e Bressiani (2001), mostraram valores de variância maiores para TCH do que as variáveis para teor de açúcar PC. A importância da significância da interação genótipo x ambiente para os caracteres TCH e TPH tem sido identificada tanto ao nível de clones por Raizer & Vencovsky (1999), quanto ao nível de famílias por Bull et al. (1992) e Bissessur et al. (2000). Segundo Cruz & Carneiro (2003), o valor fenotípico de um indivíduo, quando avaliado em um ambiente, é o resultado da ação do efeito do genotípico sob a influência do meio ao qual é submetido. No entanto, ao avaliar o mesmo indivíduo em vários ambientes, surge, freqüentemente, um componente adicional que influencia o seu valor fenotípico, que é denominado interação entre os efeitos genotípicos e os ambientes. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais. A interação genótipo x ambiente constitui-se em um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na recomendação de variedades.

Os coeficientes de variação experimental variaram de (4,32%) para PZA a (9,80%) para o TPH, indicando uma boa precisão experimental. Esses valores concordam com as estimativas feitas por Bressiani (2001) e Silva et al. (2002a).

Os valores médios da análise de grupos de experimentos e os resultados da aplicação do teste de Tukey, com os respectivos contrastes calculados ao nível de 5% de probabilidade, estão expostos na Tabela 5. A produção de cana/ha (TCH) e toneladas de açúcar provável por hectare (TPH) a variedade padrão SP 78-4764 e os genótipos SP 86-0621 e SP 86-127 não

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar43

diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, mas diferiram dos demais genótipos. A variedade padrão SP 78-4764 obteve o maior valor tanto para o TCH como para o TPH, com 69,25 t /ha e 9,76 t pol/ha, respectivamente. Para as variáveis PC e PB, a variedade padrão SP 78-4764 diferiu estatisticamente apenas da SP 88-0762 ao nível de 5% de probabilidade. Não foi observada através do teste de Tukey diferença significativa entre os genótipos para o caráter FI. Visualiza-se para o caráter PZA, que a variedade SP 87-572 equivale estatisticamente a SP 86-124 diferindo das demais. A variedade IAC 87-3396 exibiu para PZA a média superior (87,71). O genótipo SP 86-0621 e a variedade padrão SP 78-4764 superaram a média dos padrões em todas as variáveis testadas, enquanto que o genótipo SP 86-127 só foi superior a média dos padrões para as variáveis TCH e TPH. Estes resultados conferem o desempenho superior dessas três variedades em relação aos demais genótipos avaliados para os caracteres estudados, quando cultivados nas condições onde foi conduzido o experimento. O comportamento equivalente dos genótipos SP 86-0621 e SP 86-127 com a variedade padrão SP 78-4764, evidencia o potencial destes genótipos com relação ao rendimento agroindustrial, podendo ser incluídos na recomendação para cultivo comercial.

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidos a partir das observações das parcelas, para todos os caracteres estudados das análises de grupos de experimentos, estão apresentados na Tabela 6. As estimativas das variâncias fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), genética ($\hat{\sigma}_g^2$) e na componente da interação genótipo ambiente ($\hat{\sigma}_{gxc}^2$), de um modo geral, apresentaram as maiores magnitudes para variável TCH de (82,76), (69,79) e (18,13), respectivamente. Essa situação indica que esses três parâmetros genéticos exercem mais influência sobre a variável TCH e menos para as demais variáveis estudadas. As variâncias genéticas entre os genótipos distribuíram-se numa ampla faixa de valores, oscilando de -0,074 para a fibra a 69,796 para o TCH. Observa-se, ainda, para os caracteres industriais, que houve uma pequena variação genética atribuída às diferenças existentes entre os genótipos estudados. Considerando a

importância genética, o TCH exibiu valores em magnitude superior as demais variáveis. Este caráter apresentou a maior variabilidade genética, seguido do TPH, exibindo valores de menor magnitude em relação ao TCH. Resultados semelhantes foram também encontrados por Santos et al. (2004).

O caráter TCH na componente da interação genótipo x corte (σ_{gxc}^2) foi elevada, confirmando a resposta específica de genótipos a ambientes diferenciados. Essa interação para os outros caracteres TPH, PC, FI, PZA e PB, também se mostrou significativa, embora a magnitude da variação tenha sido baixa. Landell et al. (1999), estudando clones de cana-de-açúcar do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) em fase final de experimentação na região de Ribeirão Preto (SP), encontrou resultados semelhantes para a variável TCH.

Os coeficientes de variação genéticos variaram de (0,00%) a (19,76%), para o caráter FI e TPH, respectivamente. A TPH (19,76%) e a TCH (16,79%) foram os caracteres que apresentaram os maiores valores de variabilidade genética. Estes resultados expressam o grau de variabilidade existente entre os genótipos para esses caracteres. Percebe-se ainda para essas duas variáveis TCH e TPH a maior razão CV_g/CV_e , inferindo-se, disso, dados mais estáveis, sugerindo a condição altamente favorável para seleção da variável, segundo Vencosvky (1987). Avaliando genótipos de cana-de-açúcar Landell et al (1999), encontraram valores maiores de coeficientes de variação genética para as variáveis TPH (12,87%) e TCH (14,06%), que se assemelham ao presente estudo. Verifica-se, ainda, que os coeficientes de variação genética foram mais elevados em magnitude para variáveis TPH e TCH do que o coeficiente de variação ambiental, sendo observado ao contrário para variáveis PC, FI, PZA e PB. Isto evidencia que estas variáveis são fortemente influenciadas pelo ambiente. Portanto, estes resultados implicam a possibilidade de se obter progresso genético satisfatório com a seleção de genótipos promissores para o TCH e TPH.

Os coeficientes de herdabilidade média (h_m^2) para todos os caracteres estudados variaram de -37,92% (FI) a 92,5% (TCH). Tanto o TCH como o TPH exibiram valores mais elevados em magnitude. Isto sugere a possibilidade de progresso com a seleção desses caracteres nos genótipos estudados. Landell et al. (1999), estudando clones de cana-de-açúcar em três ambientes com quatro cortes em fase final de seleção, encontraram valores altos de herdabilidade média semelhantes aos encontrados neste trabalho para variáveis TCH de (98,94%) e TPH de (99,01%).

Conclusões

1. Os genótipos SP 86-0621 e SP 86-127 mostraram-se promissores em relação à produtividade e teor de açúcar, devendo ser incluídos em novos estudos de manejo varietal em outras áreas de cultivo de cana-de-açúcar da Zona da Mata de Pernambuco.
2. A variedade SP 78-4764 exibiu o melhor desempenho agroindustrial, confirmando a resposta diferenciada como padrão varietal.
3. O efeito significativo da interação (GxC) para todas as variáveis estudadas com exceção da pureza, indica que o corte interferiu nas respostas dos genótipos.
4. As variáveis TCH e TPH refletiram a maior parte da variação fenotípica observada devida a causas genéticas, potencializando o êxito na seleção fenotípica no melhoramento dos genótipos para estes caracteres.

Referências

- BASTOS, G. Q. **Análise conjunta de competições varietais de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com dois tratamentos comuns, no Estado de Pernambuco.** 1984. 121p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife – Pernambuco.
- BASSINELO, A. I.; ABRAHÃO, I. S.; VALADÃO, M. B.; BARCELLOS, J. E. T.; PICCOLO, C. R. Primeiros resultados de estudos de novas variedades de cana-de-açúcar em solos de cerrado. In: 3º CONGRESSO NACIONAL DA STAB E V CONVENÇÃO DA ACTALAC. **Anais.** São Paulo, 1984. P. 206-14.
- BISSESSUR, D.; TILNEY-BASSETT; R.A.E.; LIM SHIN CHONG, L.C.Y.; DOMAINGUE, R.; JULIEN, M.H.R. Family x environment and genotype x environment interactions for sugarcane across two contrasting marginal environments in Mauritius. **Experimental Agriculture**, v.36, p.101-114, 2000.
- BRESSIANI, J. A. Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais efeito na resposta esperada com a seleção. **Bragantia**, vol.61 n°1. p.01-10, 2002.
- BRESSIANI, J. A. **Seleção seqüencial em cana-de-açúcar.** 2001. 133p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BULL, J.K.; HOGARTH, D.M.; BASFORD, K.E. Impacto of genotype x environment interactions on response to selection in sugarcane. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.32, p.731-737, 1992.
- CRUZ, C.D. **Genes:** programa para análise e processamento de dados em modelos de genética e estatística experimental. Viçosa: UFV, Imprensa. Universitária, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 2003. v.2. 585p.

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar48

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.**

2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390 p.

FARIAS S. O. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) para a produção de pol e de biomassa no Nordeste do Brasil.** 1992. 132p.

Dissertação (Mestrado).Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife – Pernambuco.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 12.ed. Piracicaba: ESALQ, 1990, 468p.

HOGARTH, D. M.; BULL, J. K. The implications of genotype x environment interactions for evaluating sugarcane families. In: KANG, M. S. (Ed). **GE interaction and plant breeding.** Louisiana University, Baton Rouge. 1990. p.335-346.

LANDELL, M. G. A.; ALVAREZ R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA M. P.; SILA, M. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; PERECIN D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; KANTHACK, A.; FIGUEIREDO P.; VASCONCELOS C. M. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo Roxo da Região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, v. 58, n.2, p.1-13, 1999.

LYNCH, M.; WALSH, B. **Genetics and Analysis of Quantitative Traits.** Sunderland, Sinauer Associates, 1998. 980p.

MAMEDE, R. Q.; BASSINELLO, A.I.; CASA GRANDE, A.A.; MIOCQUE, J.Y.J. Potencial produtivo de clones RB de cana-de-açúcar no Município de Nova Europa-SP. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 20, n. 3, p.32-35, 2002.

MOURA, M. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres industriais de híbridos de cana-de-açúcar.** 1990. 136p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco.UFRPE, Recife – Pernambuco.

RAIZER, A.J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.12, p.2241-2246, 1999.

- MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar49
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em Genética e Melhoramento de Plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2.ed.Lavras: UFLA, 2001. 472p.
- ROSSE, L.N.; VENCOSKY, R.; FERREIRA D. F. Comparação de métodos de regressão a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, nº1, p.23-32, 2002.
- SANTOS, M. S. M.; MADALENA, J. A.; SOARES, L.; FERREIRA, P. V.; BARBOSA, G. V. S. Repetibilidade de características agroindustriais em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.4, p.301-306, 2004.
- SILVA, M.A.; GONÇALVES, P. S.; LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, A. J. Estimates of parameters and expected gains from selection of yield traits in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p.569-578, 2002a.
- SILVA, M.A.; LANDELL, M.G.A.; GONÇALVES, P.S.; MARTINS, A.L.M. Yield components in sugarcane families at four locations in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.1. p.97-106, 2002b.
- SIMÕES NETO, D. E.; MOREIRA, C. N.; LIMA, R. O. R.; MELO L. J. O. T. Desempenho de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em diferentes ambientes do estado de Pernambuco. In: 7º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. **Anais**. Londrina -PR, 1999. p.29-33.
- SOUZA-VIEIRA, O.; MILLIGAN, S. B. Intrarow plant spacing and family x environment interaction effects on sugarcane family evaluation. **Crop Science**, v.39, p.358-364, 1999.
- TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. **Hawaiian Planter's Record**, v.57, n.2, p.133-150, 1964.

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar50

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (eds.)

Melhoramento e produção do milho no Brasil. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

Cap. 5,p.137-214.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of**

Agricultural Science, v. 28, n. 4, p. 556-580,1938.

WU, K. K.; TEW, T. L. Evaluation of sugarcane crosses by family yields. In: Proceedings of

Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, 20; São Paulo, 1989.

Annals... International Society of Sugar Cane Technologists. p. 926-931, 1989.

Tabela 1. Identificação dos genótipos de cana-de-açúcar, genitores e procedência. Recife (PE), 2004

	Genótipos	Genitores		Procedência
		Feminino	Masculino	
1	H 69-3904	H 58-8070	Não conhecido	Queensland- Austrália
2	IAC 862210	CP 52-48	Co 978	IAC
3	IAC 873396	Co 740	SP 70-1143	IAC
4	N 17	NCo 376	CB 38-22	África do Sul-Natal
5	RB 862615	CO 290	R 469	RIDESA
6	RB 942898	RB 751194	RB 72454	RIDESA
7	SP 71-6949*	SP 71-6949	RB 83215	COPERSUCAR
8	SP 78-4764*	H 66-6254	Não conhecido	COPERSUCAR
9	SP 79-1011*	NA 56-79	Co 775	COPERSUCAR
10	SP 86-124	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
11	SP 86-127	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
12	SP 86-0621	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
13	SP 87-377	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
14	SP 87-572	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
15	SP 88-0762	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR
16	SP 88-0766	Não informado	Não conhecido	COPERSUCAR

(*) Padrões

Tabela 2. Esquema da análise de variância para a análise de grupos de experimentos com as respectivas esperanças de quadrados médios E(QM) e teste F

FV	GL	Q	E(QM)	F
Blocos/Corte	$c(b-1)$	Q_1	$\hat{\sigma}_e^2 + g \hat{\sigma}_{b/c}^2$	Q_1 / Q_5
Cortes (C)	$c - 1$	Q_2	$\hat{\sigma}_e^2 + g \hat{\sigma}_{b/c}^2 + bg \hat{\sigma}_c^2$	Q_2 / Q_1

Genótipos (G)	$g - 1$	Q_3	$\hat{\sigma}_e^2 + bg \frac{\hat{\sigma}_{gc}^2}{g-1} + bc \frac{\sum g_i^2}{g-1}$	Q_3 / Q_4
Interação G x C	$(c - 1)(g - 1)$	Q_4	$\hat{\sigma}_e^2 + bg \frac{\hat{\sigma}_{gc}^2}{g-1}$	Q_4 / Q_5
Resíduo	$c(c - 1)(g - 1)$	Q_5	$\hat{\sigma}_e^2$	
Total	$cbg-1$			

Tabela 3. Resumo da análise de variância em cada corte, para a variável toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA), brix (PB), coeficiente de variação (CV), variância genética ($\hat{\sigma}_g^2$) e herdabilidade média (h_m^2) no Litoral da Mata Sul de Pernambuco. Recife (2004)

Cortes	Variáveis	Quadrado Médio		Média geral	CV (%)	$(\hat{\sigma}_g^2)$	h_m^2 (%)
		Genótipos	Resíduo				

				Quadrados médios				
F.V		G.L	TCH	TPH	PC	FI	PZA	PB
1º corte	TCH		427,083333**	12,480556	55,69	6,34	103,6501	97,1
	TPH		13,852976**	0,473098	7,06	9,75	3,344	96,6
	PC		6,653724**	0,639707	12,53	6,38	1,503	90,4
	FI		5,883336**	0,964604	12,73	7,72	1,230	83,6
	PZA		47,466077 ^{NS}	29,651713	83,77	6,50	4,454	37,5
	PB		10,189406**	1,365018	17,93	6,52	2,206	86,6
2º corte	TCH		395,0239580**	11,215625	52,42	6,39	95,952	97,2
	TPH		10,009532**	0,332922	7,08	8,14	2,419	96,7
	PC		3,539822**	0,706809	13,47	6,24	0,708	80,0
	FI		3,250219**	1,038707	13,21	7,71	0,553	68,0
	PZA		24,428616**	7,989444	85,13	3,32	4,110	67,3
	PB		2,958740**	0,801767	19,08	4,69	0,539	72,9
3º corte	TCH	15	374,5625**	9,143056	6,311**	3,112**	91,355**	97,6**
	TPH	3	7,913545**	0,221513	4,77	9,88	35,093**	97,2**
	PC	45	3,407250**	0,747880	27,910**	10,235**	249,509**	28,087**
	FI	180	3,734262**	0,785960	2,612**	4,222**	19,665 ^{NS}	78,63**
	PZA		15,997068 ^{NS}	10,822093	84,90	3,88	1,294	32,4
	PB		4,633323**	0,884378	17,56	5,36	0,917	80,9
4º corte	TCH		281,283333**	19,022222	52,31	8,34	65,5655	93,5
	TPH		5,561507**	0,596313	7,11	10,86	1,241	89,3
	PC		0,547412 ^{NS}	1,242331	13,58	8,21	-0,174	-1,2
	FI		3,122033 ^{NS}	1,502038	13,08	9,37	0,405	51,9
	PZA		4,953007 ^{NS}	6,187142	88,36	2,81	-0,309	-24,9
	PB		0,816823 ^{NS}	1,346933	18,48	6,28	-0,133	-64,9

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

(NS) Não significativo.

Tabela 4. Resultado da análise de variância dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) brix (PB) e a relação do maior quadrado médio do resíduo (QMR) e o menor, avaliados em análise de grupos de experimentos no Litoral da Mata Sul de Pernambuco. Recife (2004)

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

(NS) Não significativo.

Tabela 5. Valores médios dos caracteres em toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) e brix (PB), avaliados em análise de grupos de experimentos no Litoral da Mata Sul de Pernambuco. Recife (2004)

Genótipos	Caracteres					
	TCH (t cana/ha)	TPH (t pol/ha)	PC (%)	FI (%)	PZA (%)	PB (%)
SP 78-4764*	69,25 a	9,76 a	14,06 a	12,73 a	86,28 abc	19,48 a
SP 86-0621	64,09 ab	8,81 ab	13,58 ab	13,56 a	87,45 ab	18,88 ab
SP 86-127	59,13 abc	7,64 abc	12,87 ab	13,48 a	84,98 abc	18,34 ab
RB 862615	53,75 bcd	7,48 bcd	13,79 ab	12,98 a	86,75 abc	19,08 ab
SP 79-1011*	51,06 cde	6,43 cde	12,54 ab	12,54 a	84,38 abc	17,69 ab
H 69-3904	50,25 cde	6,36 cde	12,69 ab	13,14 a	84,61 abc	18,03 ab
IAC 87-3396	50,19 cde	6,64 cde	13,21 ab	13,24 a	87,71 a	18,23 ab
RB 942898	50,00 cde	6,33 cde	12,57 ab	12,90 a	86,79 abc	17,42 ab
SP 88-0762	49,06 cdef	5,94 cde	11,96 b	12,67 a	84,39 abc	16,96 b
SP 87-572	46,69 def	5,97 cde	12,69 ab	13,39 a	82,81 c	18,51 ab
SP 71-6949*	45,81 def	5,82 cde	12,57 ab	13,17 a	85,32 abc	17,72 ab
SP 88-0766	45,50 def	6,30 cde	13,92 ab	12,95 a	86,96 abc	19,21 ab
SP 87-377	42,00 def	5,51 de	13,07 ab	12,89 a	86,08 abc	18,23 ab
N 17	41,44 ef	5,42 de	13,15 ab	13,51 a	85,09 abc	18,73 ab
IAC 86-2210	39,63 ef	5,10 e	12,77 ab	14,35 a	86,12 abc	18,23 ab
SP 86-124	37,63 f	4,54 e	12,00 ab	13,35 a	82,93 bc	17,48 ab
Médias dos cortes	49,75	6,50	12,96	13,18	85,54	18,26
Médias dos padrões*	55,38	7,34	13,06	12,81	85,33	18,30
DMS (5%)	12,180	2,118	2,0717	2,6556	4,5417	2,4196

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Estimativas de parâmetros associados às variâncias fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), genética ($\hat{\sigma}_g^2$), interação genótipo ambiente ($\hat{\sigma}_{gxc}^2$), coeficiente de variação genético (CV_g), coeficiente de variação ambiental (CV_a), da razão (CV_g/CV_a), herdabilidade média (h_m^2) e a média dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) e brix (PB), avaliados em análise de grupos de experimentos no Litoral da Mata Sul de Pernambuco, Recife (2004)

Caracteres	Parâmetros						
	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_{gxc}^2$	CV_g (%)	CV_a (%)	CV_g/CV_a	h_m^2 (%)
TCH	82,761	69,796	18,126	16,79	7,237	2,320	92,5
TPH	2,057	1,651	0,545	19,76	9,780	2,017	90,7
PC	1,065	0,231	0,417	3,71	7,045	0,526	58,6
FI	0,999	-0,074	0,755	0,00	7,860	0,000	-37,9
PZA	14,653	0,990	1,310	1,16	4,321	0,269	45,1
PB	1,371	0,272	0,577	2,85	5,741	0,497	54,9

CAPÍTULO III

Avaliação de clones de cana-de-açúcar da série 94 na Mata Norte de Pernambuco

Avaliação de clones de cana-de-açúcar da série 94 na Mata Norte de Pernambuco⁽¹⁾

Luiz José Oliveira Tavares de Melo^I; Francisco José de Oliveira^{II}; Gerson Quirino Bastos^{II}; Clodoaldo José da Anunciação Filho^{II}; Odemar Vicente dos Reis^{III}.

⁽¹⁾Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

^IBiólogo, Aluno do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético em Plantas” (PPGAMGP) da UFRPE. E-mail: luizjose@hotmail.com

^{II}Eng^o Agr^o, MSc, Dr. Prof. Adjunto. Departamento de Agronomia da UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52171-900, Recife – PE.; franseol@uol.com.br; bastosgq@hotmail.com; clodoaldo-anunciacao@bol.com.br.

^{III}Eng^o Agr^o, MSc, Pesquisador do IPA - Av. San Martin 1371, Bongi, Caixa Postal 1022, CEP: 50751, Recife, PE. E-mail: ipa@ipa.br.

Número total de páginas: 23

Número total de tabelas: 06

Número total de figuras: 00

Luiz José Oliveira Tavares de Melo^I, Francisco José de Oliveira^{II}, Gerson Quirino Bastos^{II}, Clodoaldo José da Anunciação Filho^{II}, Odemar Vicente dos Reis^{III}.

Resumo

Este trabalho teve por objetivo estudar, o desempenho de variedades e clones RB da série 94 de cana-de-açúcar na Região da Mata Norte de Pernambuco, quanto à produtividade agroindustrial, e analisar a magnitude de alguns parâmetros genéticos. Os trabalhos experimentais foram desenvolvidos durante as safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, no Engenho Laços na unidade industrial da Usina Olho D'Água, localizada na Zona Canavieira da Mata Norte de Pernambuco, no Município de Camutanga (07°24'S e 35°16' W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro blocos e dezesseis genótipos. Os resultados demonstraram que as variedades RB 813804 e SP 79-1011 confirmaram ser potencialmente produtivas em produção de cana por hectare e riqueza em açúcar nas condições ambientais da Zona da Mata Norte de Pernambuco. O clone RB 942991 destacou-se como o mais produtivo em TCH e TPH, sugerindo-se sua inclusão em novos estudos de competição de genótipos em outras áreas de cultivo da cana-de-açúcar na Zona da Mata. O efeito de corte da cana foi altamente significativo, indicando o comportamento específico entre os genótipos durante os cortes da cana. A produção de cana por hectare foi o componente fortemente influenciado pelos ciclos de colheita da cana. Na população estudada existe alto grau de variabilidade genética, podendo esta ser explorada através do melhoramento, notadamente para os caracteres TCH, TPH e FI.

Termos para indexação: *Saccharum* spp., variedades, caracteres da planta, parâmetros genéticos.

Evaluation of clones of sugar-cane of the series 94 in the North Forest of Pernambuco

Abstract

This work for objective to study, the acting of varieties and clones RB of the series 94 of sugarcane in the Area of the North Forest of Pernambuco, with relationship to the productivity agricultural and industrial and to analysis the magnitude of some genetics parameters. The experimental works were developed during the agricultural crops of 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 and 2002/2003, in the farm Laços in the industrial unit of the Olho D'Água sugar mill, located in the Zona sugar-cane of the North Forest of Pernambuco, in the Municipal district of Camutanga (07°24'S e 35°16'W). The design experimental was in complete randomized blocks with four blocks and sixteen genotypes. The results demonstrated that the varieties RB 813804 and SP 79-1011 confirmed to be potentially productive in cane production for hectare and wealth in sugar under the environmental conditions of the Zone of the North Forest of Pernambuco. O clone RB 942991 stood out as the most productive in TCH and TPH, suggesting her sweats inclusion in new studies of genotypes competition in other areas of cultivation of the sugar-cane in the Zone of the Forest. The effect of cut of the cane was highly significant indicating the specific behavior among the genotypes during the yield cycles of the cane. The cane production for high degree of genetic variability exists and could be explored through the improvement, especially for the characters TCH, TPH and FI.

key words: *Saccharum* spp., varieties, plant characters, genetic parameters.

Introdução

O Brasil é um dos países mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e possui grandes áreas para expansão desta cultura. A cana-de-açúcar é cultivada em vários tipos de solos que estão sob influência de diferentes climas, o que resulta em vários tipos de ambientes para a produção desta cultura (Dias, 1997).

No país existe um número relativamente grande de variedades obtidas em programas de melhoramento locais e introduzidas de outras regiões, que são avaliadas continuamente na experimentação, visando determinar o comportamento e a viabilidade de seu aproveitamento em plantios comerciais. Usa-se, desta maneira, indicar as mais adaptadas à cada microrregião produtora, possibilitando, ao mesmo tempo, certa racionalização através da utilização de variedades superiores em produtividade, sem desconsiderar-se suas características agroindustriais. Desse modo, tenta-se contornar o problema da queda de produção dada à degenerescência relacionada a aspectos fitossanitários ou por declínio natural decorrente de ciclos sucessivos da cultura Bassinelo et al. (1984). Para Gheller et al. (1996), a liberação contínua de novas variedades de cana-de-açúcar pelos programas de melhoramento, garante ao plantador ganhos em produtividade agrícola e industrial, o que possibilita a substituição da variedade a cada reforma do canavial.

A seleção de clones com boas características agronômicas e tecnológicas tem sido o objetivo primordial dos programas de melhoramento de cana-de-açúcar no Brasil. Em tais programas os clones são avaliados em diferentes ambientes antes da seleção final para recomendação e multiplicação na exploração comercial. Como os ambientes utilizados nos experimentos são bastante diversificados, espera-se que ocorra a interação entre clones e ambientes e que a mesma tenha um papel importante na manifestação fenotípica. Em razão da relevância desta interação, é necessário obter informações sobre a sua magnitude e natureza, para permitir a escolha da melhor estratégia de seleção. Além disso, deve-se considerar que

esta interação reduz a correlação genética e, por conseqüência, o ganho com a seleção (Falconer e Mackal, 1996).

A avaliação da interação genótipos x ambientes torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro. Este fato influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade (Cruz e Regazzi, 1997). Ademais, o valor fenotípico de um indivíduo, quando avaliado em um ambiente, é o resultado da ação do efeito genotípico sob a influência do meio ao qual é submetido (Cruz e Carneiro, 2003). Estudos a respeito da relação genótipo x ambiente e os efeitos dessa interação têm sido objeto de diversas pesquisas em programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar, a exemplo dos trabalhos realizados por Farias (1992), Souza-Vieira e Milligan (1999), Landell et al. (1999) e Silva et al. (2002b).

Para Ramalho et al. (2001) o conhecimento da variabilidade devida às diferenças genéticas existentes, manifestadas pelos caracteres agronômicos nas populações e o quanto desta é devida a diferenças genéticas é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, pois permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção. Estudando as estimativas de alguns parâmetros genéticos em cana-de-açúcar Landell et al. (1999), observaram para os caracteres TCH e TPH, a componente de variância clones x ambientes elevada, confirmando a resposta específica de clones a ambientes diferenciados e com variações consideráveis de resposta à mudança de ambientes.

Neste sentido, partindo-se da hipótese que a variabilidade comportamental das variedades seriam detectadas na pesquisa, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho quanto à produtividade agroindustrial de clones de cana-de-açúcar RB da série 94, na Região da Mata Norte de Pernambuco e analisar a magnitude de alguns parâmetros genéticos úteis em programas de melhoramento genético.

Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos durante as safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, na unidade industrial da Usina Olho D'Água, localizada na Zona Canavieira da Mata Norte de Pernambuco, no Município de Camutanga (07°24'S e 35°28'W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro blocos, utilizando-se como tratamentos dezesseis genótipos (Tabela 1), sendo quatro testemunhas (RB 72454, RB 813804, SP 70-1143, SP 79-1011), consideradas padrões varietais. A unidade experimental foi representada por cinco linhas de 8,0 m de comprimento com doze gemas por metro linear, com espaçamento entre linhas de 1,0 m, resultando uma área útil de 40 m².

Durante a condução dos experimentos nas safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003 foram observados os totais de precipitações pluviométricas, sendo de 2.107 mm, 959,5 mm, 1.285,5 mm e 1.418 mm, respectivamente, para o 1º, 2º, 3º e 4º corte da cana.

Os experimentos foram colhidos em média com 15 meses de idade para cana-planta, enquanto os de socaria foram colhidos com 12 meses para os três cortes sucessivos. Foram determinados os valores para TCH (toneladas de cana por hectare) calculada por meio da transformação do peso da parcela em toneladas por hectare e TPH (toneladas de açúcar provável por hectare) multiplicando-se o TCH pelo percentual de sacarose aparente (PC). Para caracterização da qualidade tecnológica, determinaram-se o teor de fibra, os valores de brix, pol % da cana e pureza, através de amostras compostas por dez canas.

Os dados foram submetidos à análise genético-estatística individuais e de grupos de experimentos. As análises individuais foram realizadas de acordo com Gomes (1990) sendo o modelo matemático aditivo linear conforme a seguir: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, onde, Y_{ij} : é a observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco; μ : média geral; g_i : é o efeito do i-ésimo genótipo; b_j : é o efeito do j-ésimo bloco; ε_{ij} : é o componente aleatório. Para as análises de

grupos de experimentos (Tabela 2) foram efetuadas conforme modelo proposto por Yates e Cochran (1938). No caso da análise de grupos de experimento foram obedecidas às exigências de variâncias semelhantes, isto é, uma vez que o valor calculado da relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo (Teste de HARTLEY) foi menor que o tabelado na tabela F máximo, de acordo com o teste de homogeneidade de variância, Ramalho et al.(2000).

As comparações de médias da produtividade agrícola, industrial e caracteres industriais foram formuladas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. No caso de interação significativa entre genótipo x ambiente (corte), na análise de grupos de experimento, o quadrado médio residual adotado para comparações de tratamentos foi da interação entre genótipos x cortes. A análise de variância de grupos de experimentos foi realizada segundo o modelo estatístico, conforme a seguir: $Y_{ijk} = \mu + (b/c)_{jk} + g_i + c_k + gc_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde: Y_{ijk} : representa o i-ésimo genótipo, no j-ésimo bloco dentro do K-ésimo corte; μ : média geral do ensaio; $(b/c)_{jk}$: efeito do j-ésimo bloco dentro do K-ésimo corte; g_i : efeito do i-ésimo genótipo; c_k : efeito do K-ésimo corte; gc_{ij} : efeito da interação do i-ésimo genótipo com K-ésimo corte; ε_{ijk} : efeito do erro experimental. Foram determinados como fixos, os efeitos do genótipo (g), e aleatórios os efeitos do bloco (b) e corte (c).

Os cálculos dos componentes de variação fenotípica, genética, ambiental e interação genótipos x cortes para todas as variáveis estudadas, foram efetuados conforme Cruz (2001). Os coeficientes de variação genética, fenotípica, ambiental e da herdabilidade média, foram determinados, segundo Vencovsky (1987). As análises genético-estatísticas foram processadas através do programa GENES (Cruz, 2001).

Resultados e discussão

Os resultados do teste F detectaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) entre os genótipos para as variáveis TPH e TCH nos quatros cortes da cana e para o PC, FI, PZA e

PB apenas nos três primeiros (Tabela 3). Esta significância para a produtividade agrícola (TCH), riqueza em sacarose (TPH) e caracteres industriais evidenciou a existência de um alto grau de variabilidade genética entre os genótipos testados. Os resultados realizados em cana-de-açúcar por Bressiane (2001), Bressiane (2002) e Silva et al. (2002a), constataram diferenças significativas ($p < 0,01$) para os caracteres TCH e TPH. Bastos (1984) estudando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco encontrou variabilidade fenotípica bastante significativa que favorece a obtenção de resultados positivos na escolha de genótipos de maior produtividade agrícola e industrial.

Na Tabela 3 verifica-se que a produção média de cana (TCH) variou de 91 a 48 t/ha, respectivamente para o 1º e 2º corte da cana. A redução observada no 2º ciclo de corte pode ser atribuída à baixa precipitação pluviométrica de 959,5 mm ocorrida no período da safra de 2000/2001. Quanto ao TPH, o maior valor de 12,14 t pol/ha para o 1º corte, que decresceu no 2º e 3º cortes e aumentou no 4º corte da cana. As demais variáveis (PC, FI, PZA e PB) apresentaram valores médios com pequena amplitude de variação nos quatro cortes.

As variâncias genéticas distribuíram-se numa ampla faixa de valores, oscilando de 0,100 a 87,622, sendo a menor para PC no 4º corte e a maior para TCH no 1º corte. A produção de cana (TCH) nos quatro cortes apresentou os maiores valores para as variâncias genéticas de 87, 36, 29 e 72, respectivamente para o 1º, 2º, 3º e 4º. Este resultado indica a existência de variabilidade entre os genótipos de cana-de-açúcar estudadas, com perspectivas favoráveis de seleção de plantas desejáveis para produção de cana por hectare (TCH). Com relação ao coeficiente de herdabilidade média (h_m^2), observa-se que oscilaram de 94,6% a 5,1%, respectivamente para TCH e PB. Entretanto, os valores de herdabilidade média (h_m^2) foram expressivos para a produção de cana por hectare (TCH) e toneladas de açúcar provável por hectare (TPH) em todos os quatro cortes da cana. Isto sugere a possibilidade de progresso com a seleção desses caracteres, atribuída a existência de variabilidade genética inerente entre

os genótipos testados, certamente em razão de cada uma delas constituir uma identidade genética distinta (Tabela 3). Os coeficientes de variação foram baixos oscilando entre 2,01% a 11,51%, indicando uma boa precisão experimental.

Os resultados exibidos na Tabela 4 para o teste F mostram diferenças altamente significativas entre os genótipos (G), os ambientes (cortes) e para interação genótipo x corte (G x C), para os caracteres TCH, TPH, FI e PZA, ao nível de 1% e para PC e PB, 5% de probabilidade, evidenciando a existência de um alto grau de variabilidade genética entre os genótipos de cana-de-açúcar. Estas evidências podem assegurar ao melhorista aplicação, nos genótipos em questão, de métodos de melhoramento adequados com perspectivas favoráveis de seleção de plantas promissoras. A variância significativa da interação (G x C) para variável pureza (PZA), não é concordante com os resultados obtidos por Moura (1990). Também, a variância significativa da interação (G x C) para o teor de fibra (FI) difere dos resultados de Landell et al. (1999), todavia, a variância significativa para o brix é concordante com os trabalhos de Silva et al. (2002b).

A respeito da interação significativa com o ambiente, os resultados indicam que todos os caracteres foram altamente influenciados pelos cortes (ciclo da cana), tendo a variável TCH exibido valor em magnitude superior aos demais caracteres, mostrando ser a variável mais influenciada pelos ciclos de colheita da cana (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Landell et al. (1999) e Santos et al. (2004). Quanto a significância da interação genótipo x corte para as variáveis TCH, TPH, PC, FI, PZA e PB, observa-se que os cortes representam ambientes contrastantes, neste caso, os genótipos avaliados têm comportamento dependente do corte (ciclo de colheita). Landell et al. (1999) mostraram resultados semelhantes apenas para TCH, TPH e PC. A análise de variância de grupos de experimento indicou diferenças altamente significativas em relação às fontes de variação de genótipos, ambiente (corte) e da interação entre eles. Isso significa que os genótipos testados diferiram para as variáveis estudadas, bem como o ambiente (cortes) por causa dos fatores

edáficos e climáticos dos anos (ciclo da cultura) onde os trabalhos foram desenvolvidos. Rosse et al. (2002), estudando a comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar, encontraram resultados semelhantes aos do trabalho em questão.

Observa-se ainda na Tabela 4 que a produção de cana por hectare (TCH) exibiu valores mais altos em magnitude para a interação genótipo x corte (G x C). Vê-se que a decomposição de TPH em TCH e PC na fonte de variação da interação (G x C), mostraram que o TCH foi o que mais se destacou com uma proporção de 1:56 para o TCH, e o PC com aproximadamente 1:1. Com base nestes resultados, a interação (G x C) exerce mais influência sobre o TCH e menos sobre o PC, confirmando a resposta específica de genótipos para essa variável a ambientes diferenciados. Os estudos em cana-de-açúcar realizados por Landell et al. (1999) e Bressiane (2001), mostraram valores de variância maiores para TCH do que para as variáveis teor de açúcar PC e TPH. Todavia, a importância da interação genótipo x corte para os caracteres TCH e TPH tem sido identificada tanto ao nível de clones por Raizer e Vencovsky (1999), quanto ao nível de famílias por Bull et al. (1992) e Bissessur et al. (2000). Segundo Cruz e Carneiro (2003), o valor fenotípico de um indivíduo, quando avaliado em um ambiente, é o resultado da ação do efeito do genotípico sob a influência do meio ao qual é submetido. No entanto, ao se avaliar o mesmo indivíduo em vários ambientes, surge, freqüentemente, um componente adicional que influencia o seu valor fenotípico, que é denominado interação entre os efeitos genotípicos e os ambientes. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais.

A produção de cana por hectare (TCH) e toneladas de açúcar provável por hectare (TPH) entre as variáveis padrões RB 72454, RB 813804, SP 70-1143 e SP 79-1011 se equivalem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, quanto ao TCH, a variedade RB 813804 difere dos clones RB 943052, RB 942724, RB 943047, RB 943176, RB 943066 e RB 943263. Com relação ao TPH, a variedade RB 813804 diferiu, ao

nível de 5% de probabilidade dos clones RB 943352, RB 943016, RB 943163, RB 943112, RB 943052, RB 942724, RB 943047, RB 943176, RB 943066 e RB 943263 (Tabela 5). A variedade padrão RB 813804 exibiu valores mais elevados de produtividade agroindustriais. Com relação ao pol % corrigido (PC), observa-se que as variedades padrões não diferiram entre si, ao nível de 5% de probabilidade, mas diferiram dos clones RB 943016, RB 943112, RB943047 e RB 943066. Observa-se que a RB 813804 se destaca com o valor mais alto de pol % corrigido (13,18%). No caso do teor de fibra (FI), verifica-se que as variedades padrões não diferiram estatisticamente entre si, com exceção da variedade padrão RB 72454. Apenas os clones RB 942991, RB 943352, RB 943163, RB 942724 e RB 943047, diferiram das variedades padrões RB 813804, SP 79-1011 e SP 70-1143, ao nível de 5% de probabilidade. O clone RB 943163 exibiu o valor mais baixo em teor de fibra.

Quanto ao percentual de pureza (PZA), as variedades padrões se equivalem entre si, tendo a RB 813804 apresentado o mais alto valor para pureza, diferindo estatisticamente do clone RB 943352 e este diferiu da RB 942724. Verifica-se que, juntamente com a variedade padrão RB 813804, o clone RB 943339, destacou-se com percentuais de pureza superior à média dos padrões. Para o percentual de brix (PB), a variedade RB 72454 diferiu dos demais padrões, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, os clones RB 943016 e RB 943047 diferiram estatisticamente da RB 813804 e SP 70-1143. A variedade SP 70-1143 e o clone RB 943176 exibiram os valores mais altos de brix, respectivamente 18,48% e 18,71%.

Comparando-se os valores médios dos padrões (Tabela 5), verifica-se que a variedade RB 813804 apresentou melhor desempenho para todos os caracteres, com exceção para o teor de fibra. O genótipo RB 942991 foi o único que apresentou valores médios de TCH e TPH superior à média dos padrões, tendo exibido valores de TCH e TPH maior do que das RB 72454 e SP 70-1143. Estes resultados confirmam o potencial de produção agrícola e industrial das variedades padrões (RB 813804 e SP 79-1011) e o desempenho do clone RB 942991 quando cultivados nas condições ambientais onde foi conduzido o experimento. Ademais, o

comportamento produtivo demonstrado pelo clone RB 942991 evidenciou a existência de potencial genético, sugerindo-se novos estudos de competição em outras regiões de cultivo da lavoura canavieira na região Nordeste.

As variâncias genéticas entre os genótipos distribuíram-se numa ampla faixa de valores (Tabela 6), variando de 0,315 para o pol % corrigido (PC) a 34,427 para a produção de cana por hectare (TCH). Observa-se pequena variação genética relativa à magnitude dos valores estimados para os caracteres TPH (0,919), PC (0,315), FI (1,178), PZA (0,937) e PB (0,524). Considerando a importância genética, o TCH exibiu valor em magnitude superior as demais variáveis, refletindo uma maior variabilidade genética. Os resultados encontrados em cana-de-açúcar por Santos et al. (2004) foram semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Quanto às estimativas das variâncias fenotípicas, oscilaram de 1,042 a 52,827, sendo o menor para o PC e o maior para TCH. Relativo à variância da interação genótipo-ambiente, os valores variaram de 0,096, para PC, a 20,494, para TCH. A produção de cana por hectare (TCH) na componente da interação genótipo x corte (σ_{gxc}^2) foi elevada, confirmando a resposta específica de genótipos a ambientes diferenciados para esse caráter. Landell et al. (1999), estudando clones de cana-de-açúcar do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em fase final de experimentação na região de Ribeirão Preto (SP), encontraram resultados semelhantes para variável TCH. Infere-se que a produção de cana por hectare é um dos caracteres da cana-de-açúcar mais influenciados pela interação genótipo-ambiente. Segundo Cosme e Carneiro (2003), ao se avaliar o mesmo indivíduo em vários ambientes, surge, freqüentemente, um componente adicional que influencia o seu valor fenotípico, sendo este denominado interação entre os efeitos genotípicos e os ambientes. Ademais, essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais. Assim sendo, os clones e variedades padrões refletiram comportamentos diferentes durante os ciclos de corte da cana.

As estimativas de variância fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), genética ($\hat{\sigma}_g^2$) e na componente da interação genótipo ambiente ($\hat{\sigma}_{gxc}^2$), apresentaram as maiores magnitudes para produção de cana por hectare (TCH), com valores de (52,827), (34,427) e (20,494), respectivamente. Esta variabilidade pode ser atribuída às diferenças existentes entre os genótipos estudados para este caráter.

Com relação aos coeficientes de variação genética (Tabela 6), que indicam a quantidade de variabilidade genética existente entre os genótipos estudados quanto às médias populacionais, os mesmos variaram de 1,25% a 11,80%. Os coeficientes de variação genética foram mais elevados para as variáveis TPH, TCH e FI, sendo também maiores do que os coeficientes de variação ambiental. Estes resultados sugerem que a seleção pode ser empregada nestes genótipos com êxito para o melhoramento dessas variáveis. Avaliando genótipos de cana-de-açúcar Landell et al. (1999), encontraram valores maiores de coeficientes de variação genética para as variáveis TPH (12,87%) e TCH (14,06%), que se assemelham aos do presente estudo.

Os caracteres TCH, TPH e FI apresentaram os maiores valores para razão CV_g/CV_e , inferindo-se, disso, que houve dados mais estáveis, indicando a condição altamente favorável para seleção da variável, segundo Vencovsky (1987).

Os coeficientes de herdabilidade média (h_m^2) variaram entre 57,6% a 88,7%, respectivamente para PZA e TPH. O percentual de pureza (PZA) exibiu valor relativamente mais baixo de herdabilidade média (h_m^2). Cruz e Regazzi (1997) afirmam que os caracteres complexos comumente apresentam baixa herdabilidade, enquanto que os caracteres menos complexos ostentam valores mais elevados desse parâmetro. Todavia, as variáveis TCH, TPH, PC FI e PB, exibiram valores de herdabilidade média superior a 80%, sugerindo a possibilidade de progresso com a seleção desses caracteres na população estudada. Landell et

MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar..... 71
al. (1999), estudando clones de cana-de-açúcar em três ambientes com quatro cortes em fase final de seleção, encontraram valores altos de herdabilidade média diferentes aos deste trabalho para as variáveis TCH de (98,94%) e TPH de (99,01%). No caso do brix, Silva et al. (2002a) encontraram valores de herdabilidade em planta individual de 50% e de 90% para famílias em cana-de-açúcar.

Conclusões

1. As variedades RB 813804 e SP 79-1011 confirmaram ser potencialmente produtivas em toneladas de cana por hectare e teor em açúcar nas condições ambientais da Zona da Mata Norte de Pernambuco.
2. O clone RB 942991 destacou-se como o mais produtivo em TCH e TPH, sugerindo-se sua inclusão em novos estudos de competição varietal em outras áreas de cultivo da cana-de-açúcar na Zona da Mata de Pernambuco.
3. O efeito significativo da interação (GxC) para todas as variáveis estudadas indica que o corte interferiu nas respostas dos genótipos.
4. Nos genótipos estudados existe alto grau de variabilidade genética, podendo ser explorada através do melhoramento, notadamente para os caracteres TCH, TPH e FI.

Referências

- BASSINELO, A. I.; ABRAHÃO, I. S.; VALADÃO, M. B.; BARCELLOS, J. E. T.; PICCOLO, C. R. Primeiros resultados de estudos de novas variedades de cana-de-açúcar em solos de cerrado. In: 3º CONGRESSO NACIONAL DA STAB E V CONVENÇÃO DA ACTALAC. **Anais**. São Paulo, 1984. p. 206-14.
- BASTOS, G. Q. **Análise conjunta de competições varietais de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com dois tratamentos comuns, no Estado de Pernambuco**. 1984. 121p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- BISSESSUR, D.; TILNEY-BASSETT; R.A.E.; LIM SHIN CHONG, L.C.Y.; DOMAINGUE, R.; JULIEN, M.H.R. Family x environment and genotype x environment interactions for sugarcane across two contrasting marginal environments in Mauritius. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v.36, p.101-114, 2000.
- BRESSIANI, J. A. Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais:efeito na resposta esperada com a seleção. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.1. p.01-10, 2002.
- BRESSIANI, J. A. **Seleção seqüencial em cana-de-açúcar**. 2001. 133p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- BULL, J.K.; HOGARTH, D.M.; BASFORD, K.E. Impacto of genotype x environment interactions on response to selection in sugarcane. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.32, p.731-737, 1992.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2. 2003. 585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed. rev. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.

DIAS, F.L.F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Longman: Malasya, 1996. 464 p.

FARIAS S. O. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) para a produção de pol e de biomassa no Nordeste do Brasil**. 1992. 132p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GHELLER, A.C.A. GARCIA, A.A.F.; MENDES, J.M. Variedades RB: Comportamento de variedades comerciais e clones promissores na Região Norte do Estado de São Paulo, em três épocas de colheita. In: 6º CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 1996, **Anais**. Maceio/AL. 1996. p.181-187.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba: ESALQ, 1990, 468p.

LANDELL, M. G. A.; ALVAREZ R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA M. P., SILVA, M. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; PERECIN D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; KANTHACK, A.; FIGUEIREDO P.; VASCONCELOS C. M. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em latossolo roxo da Região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n.2, p.1-13, 1999.

MOURA, M. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres industriais de híbridos de Cana-de-açúcar**. 1990. 136p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- MELO, L.J.O.T. Análise agronômica e genética de variedades de cana-de-açúcar..... 75
- RAIZER, A.J., VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2241-2246, 1999.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em Genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2.ed.Lavras: UFLA, 2001. 472p.
- ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA D. F. Comparação de métodos de regressão a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.23-32, jan.2002.
- SANTOS, M.S.M.; MADALENA, J.A.; SOARES, L.; FERREIRA, P.V.; BARBOSA, G.V.S. Repetibilidade de características agroindustriais em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p301-306, abr. 2004.
- SILVA, M.A.; GONÇALVES, P. S.; LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, A. J. Estimates of parameters and expected gains from selection of yield traits in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.2, p.569-578, 2002a.
- SILVA, M.A.; LANDELL, M.G.A.; GONÇALVES, P.S.; MARTINS, A.L.M. Yield components in sugarcane families at four locations in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.1. p.97-106, 2002b.
- SOUZA-VIEIRA, O.; MILLIGAN, S. B. Intra plant spacing and family x environment interaction effects on sugarcane family evaluation. **Crop Science**, v.39, p.358-364, 1999.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (eds.) **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap. 5, p.137-214.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, v. 28, n. 4, p. 556-580,1938.

Tabela 1. Identificação dos genótipos de cana-de-açúcar, genitores e procedência. Recife (PE), 2004

	Genótipos	Genitores		Origem
		Feminino	Masculino	
1	RB 72454*	CP 53-76	Desconhecido	RIDESA
2	RB 813804*	CP 48-124	Desconhecido	RIDESA
3	RB 942724	RB 83100	Desconhecido	RIDESA
4	RB 942991	RB 955106	Desconhecido	RIDESA
5	RB 943016	H 64-225	Desconhecido	RIDESA
6	RB 943047	RB 855106	Desconhecido	RIDESA
7	RB 943052	RB 7960	Desconhecido	RIDESA
8	RB 943066	CP 57-621	Desconhecido	RIDESA
9	RB 943112	Co 678	Desconhecido	RIDESA
10	RB 943163	M 147-44	Desconhecido	RIDESA
11	RB 943176	RB 75126	RB 765418	RIDESA
12	RB 943263	CB 41-115	Desconhecido	RIDESA
13	RB 943339	ROC 3	RB 83100	RIDESA
14	RB 943352	IAC 48-65	Desconhecido	RIDESA
15	SP 70-1143*	IAC 48-65	Desconhecido	COPERSUCAR
16	SP 79-1011*	NA 56-79	Co 775	COPERSUCAR

(*) Padrões

Tabela 2. Esquema da análise de variância para a análise de grupos de experimentos com as respectivas esperanças de quadrados médios E(QM) e teste F

FV	GL	Q	E(QM)	F
----	----	---	-------	---

Blocos/Corte	$c(b-1)$	Q_1	$\sigma_e^2 + g \sigma_{b/c}^2$	Q_1 / Q_5
Cortes (C)	$c - 1$	Q_2	$\sigma_e^2 + g \sigma_{b/c}^2 + bg \sigma_c^2$	Q_2 / Q_1
Genótipos (G)	$g - 1$	Q_3	$\sigma_e^2 + bg \frac{\sigma_{gc}^2}{g-1} + bc \frac{\sum g_i^2}{g-1}$	Q_3 / Q_4
Interação G x C	$(c-1)(g-1)$	Q_4	$\sigma_e^2 + bg \frac{\sigma_{gc}^2}{g-1}$	Q_4 / Q_5
Resíduo	$c(c-1)(g-1)$	Q_5	σ_e^2	
Total	$cbg-1$			

Tabela 3. Resumo da análise de variância em cada corte, para a variável toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA), brix (PB), coeficiente de variação (CV), variância genética (σ_g^2) e herdabilidade média (h_m^2) na Região da Mata Norte de Pernambuco, Recife (2004)

Cortes	Variáveis	Quadrado Médio		Média geral	CV (%)	(σ_g^2)	h_m^2 (%)				
		Genótipos	Resíduo								
1º corte	TCH	373,482292**	22,990625	91,23	5,26	87,622	93,8				
	TPH	9,602382**	0,742862	12,14	7,09	2,215	92,3				
	PC	2,789056**	0,571360	13,33	5,67	0,554	79,5				
	FI	6,98979**	0,694284	11,82	7,05	1,574	90,1				
2000	PZA	13,464821**	5,243613	86,03	2,66	2,055	61,1				
	PB	3,084958**	0,747876	18,23	4,74	0,584	75,8				
2º corte	TCH	153,633333**	8,355556	48,25	5,99	36,319	94,6				
	TPH	2,665095**	0,203300	5,88	7,67	0,615	92,4				
	PC	1,556778**	0,539764	12,19	6,03	0,254	65,3				
2001	FI	11,77411**	0,833064	15,84	5,76	2,735	92,9				
	F.V	PZA	G.L	9,756136**	2,993378	86,02	2,00	1,69	69,3	PB	
Genótipos (G)	PB	15	3,225323**	0,88566**	67,91**	5,29	0,58	0,001*	72,0	10,069**	
3º corte (C)	TCH	3	126,783333**	10,74733**	65,992**	188,628**	29,009	82,487**	91,5	14,812**	
	TPH	45	3,615964**	0,34467**	6,39*	9,3456**	0,81809**	90,5	1,674*		
G x C	PC	180	3,766089**	0,7148187	10,88	7,77	1,141	0,763	5,904	81,0	1,036
Resíduo	FI	2002	10,530185**	0,8578642	13,201	7,02	13,42	2,418	86,00	91,9	17,18
Médias	PZA	29,09720**	10,4138629	84,894	3,82	7,96	4,671	2,83	64,2	5,92	
C.V (%)	PB	7,067500**	0,8710565	15,5101	6,02	3,14	1,549	3,48	87,7	2,18	
>(QMR)/<(QMR)											
4º corte	TCH	320,290625**	31,507292	65,58	8,56	72,196	90,2				
	TPH	6,330943**	0,657027	8,17	9,92	1,418	89,6				
	PC	1,486900 ^{NS}	1,085253	12,46	8,36	0,100	27,0				
	2003	FI	3,388444 ^{NS}	2,177502	12,81	11,51	0,303	35,7			
		PZA	6,717306 ^{NS}	4,964216	87,37	2,55	0,438	26,1			
		PB	1,714740 ^{NS}	1,627433	17,08	7,47	0,022	5,1			

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

(NS) Não significativo.

Tabela 4. Resultado da análise de variância dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) brix (PB) e a relação do maior quadrado médio do resíduo (QMR) e o menor, avaliados em análise de grupos de experimento do experimento na Região da Mata Norte Pernambuco, Recife (2004)

(**; *) Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 5. Valores médios dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) e brix (PB), avaliados em análise de grupos de experimento na Região da Mata Norte de Pernambuco, Recife (2004)

Clones	Caracteres					
	TCH t cana/ha	TPH t pol/ha	PC %	FI %	PZA %	PB %
RB 813804*	76,88 a	10,29 a	13,18 a	13,34 abcde	88,62 a	17,97 abc
SP 79-1011*	73,09 ab	9,13 abc	12,23 abcd	14,20 abcd	85,54 ab	17,52 abcde
RB 942991	72,38 abc	9,37 ab	12,81 ab	11,91 de	85,41 ab	17,68 abcd
RB 943339	71,25 abcd	8,74 abcd	12,17 abcd	13,71 abcd	87,05 ab	17,01 bcde
RB 72454*	70,07 abcd	8,65 abcd	12,21 abcd	12,72 bcde	86,28 ab	16,90 bcde
SP 70-1143*	69,19 abcd	8,97 abc	12,94 a	14,44 abc	86,38 ab	18,48 ab
RB 943352	69,00 abcd	8,25 bcde	11,94 abcd	12,20 cde	83,23 b	16,98 bcde
RB 943016	65,63 abcde	7,44 cdef	11,20 d	13,89 abcd	85,97 ab	15,91 e
RB 943163	65,38 abcde	8,02 bcdef	12,13 abcd	11,00 e	85,53 ab	16,47 cde
RB 943112	64,81 abcde	7,60 cdef	11,52 bcd	14,26 abcd	84,45 ab	16,72 cde
RB 943052	60,94 bcde	7,72 bcdef	12,52 abcd	13,94 abcd	86,54 ab	17,66 abcd
RB 942724	60,25 cde	7,69 bcdef	12,62 abc	12,67 bcde	87,65 a	17,17 abcde
RB 943047	60,13 cde	7,08 def	11,52 bcd	12,13 cde	84,69 ab	16,06 de
RB 943176	58,94 de	7,79 bcdef	13,17 a	14,38 abc	86,60 ab	18,71 a
RB 943066	58,75 de	6,81 ef	11,43 cd	14,77 ab	85,70 ab	16,50 cde
RB 943263	54,25 e	6,43 f	11,86 abcd	15,13 a	86,34 ab	17,18 abcde
Médias dos ambientes	65,72	8,12	12,21	13,42	86,00	17,18
Médias dos padrões	72,30	9,26	12,64	13,67	86,70	17,71
DMS (5%)	13,187	1,756	1,368	2,383	4,253	1,659

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Estimativas de parâmetros associados às variâncias fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), genética ($\hat{\sigma}_g^2$), interação genótipo ambiente ($\hat{\sigma}_{gxc}^2$), coeficiente de variação genético (CV_g), coeficiente de variação ambiental (CV_a), da razão (CV_g/CV_a), herdabilidade média (h_m^2) e a média dos caracteres, toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigido (PC), fibra (FI), pureza (PZA) e brix (PB), avaliados em análise de grupos de experimento na Região da Mata Norte de Pernambuco, Recife (2004)

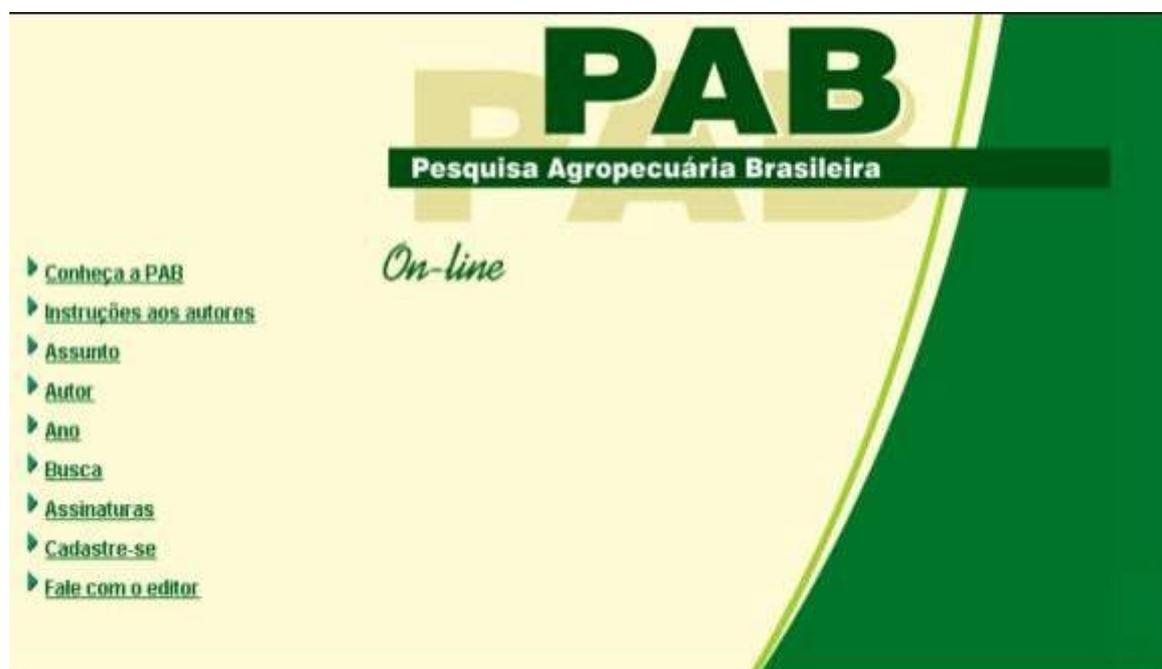
Caracteres	Parâmetros						
	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_{gxc}^2$	CV_g (%)	CV_a (%)	CV_g/CV_a	h_m^2 (%)
TCH	52,827	34,427	20,494	8,928	6,527	1,367	83,8
TPH	1,405	0,919	0,326	11,800	8,580	1,374	88,7
PC	1,042	0,315	0,096	4,595	6,980	0,658	81,5
FI	2,318	1,178	0,542	8,091	7,958	1,016	84,5
PZA	6,840	0,937	1,196	1,125	2,825	0,398	57,6
PB	1,560	0,524	0,149	4,215	5,924	0,711	83,3

CONCLUSÕES GERAIS

1. Os genótipos SP 86-0621 e SP 86-127 do experimento do Litoral da Mata Sul e o RB 942991 do experimento da Mata Norte, demonstraram ser potencialmente produtivos do ponto de vista agrícola e riqueza em açúcar, sugerindo-se a inclusão desses genótipos em novos estudos de competição em outras áreas de cultivo da cana-de-açúcar na Zona da Mata de Pernambuco.
2. As variedades RB 813804 na Mata Norte e a SP 78-4764 no Litoral Sul exibiram os melhores desempenhos agroindustriais, confirmando a resposta diferenciada como padrões varietais.
3. Para as duas regiões canavieiras estudadas, observa-se em comum que o efeito de corte da cana foi altamente significativo, indicando o comportamento específico entre os genótipos durante os cortes da cana.
4. As variáveis TCH e TPH na região do Litoral Sul e as variáveis TCH, TPH e FI para região da Mata Norte, refletiram a maior parte da variação fenotípica observada devida às causas genéticas, indicando êxito na seleção fenotípica para melhoramento dos genótipos para estes caracteres.

ANEXOS

NORMAS DA REVISTA PAB



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas, Novas Cultivares e Revisões a convite do Editor.

Submissão

Os originais submetidos à publicação devem ser enviados por via eletrônica (pab@sct.embrapa.br) acompanhados de mensagem com os seguintes dados: nome, formação profissional, grau acadêmico e endereço institucional e eletrônico dos autores; indicação do autor-correspondente; declaração de não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico. Cada autor deve enviar mensagem

expressando sua concordância com a submissão do artigo. Os manuscritos podem também ser encaminhados pelos correios, para o seguinte endereço:

Embrapa Informação Tecnológica
Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB
Caixa Postal 040315
70770-901 Brasília, DF

Apresentação

- O artigo deve ser digitado em Word, espaço duplo, Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com páginas e linhas numeradas.
- As figuras, na forma de gráficos, devem ser apresentadas no final do texto, em Excel ou Word.
- As figuras, na forma de fotografias, imagens ou desenhos, com 8,5 cm ou 17,5 cm de largura, devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas, separadas do texto, em arquivos TIF.
- As tabelas devem ser apresentadas em Word, no final do texto, somente com linhas horizontais; os dados devem ser digitados em fonte Times New Roman.

Estrutura e organização

O artigo, com no máximo 20 páginas, deve ser apresentado na seguinte seqüência: título, nome completo dos autores, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, Título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, Tabelas e Figuras.

Título: 15 palavras no máximo, em letras minúsculas.

Autores: nomes completos, com chamada para nota de endereços; autores de uma mesma instituição devem ter a mesma nota de endereço.

Notas de endereços: endereços institucionais e eletrônicos dos autores.

Resumo: máximo de 200 palavras; Abstract deve ser tradução fiel do Resumo.

Termos para indexação: mínimo três e máximo seis.

Conclusões: frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e elaboradas com base nos objetivos do artigo.

Citações: não são aceitas citações de dados não publicados, comunicação pessoal, resumos e publicações no prelo.

Referências: de acordo com a NBR 6023 da ABNT; em ordem alfabética dos nomes dos autores; principalmente dos últimos dez anos e de artigos de periódicos.

Exemplos:

Eventos (considerados em parte)

ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R.; NUNES, A.M.L.; STEIN, R.L.B.; OLIVEIRA, R.P. Comportamento de germoplasma de pimenta-do-reino em áreas de ocorrência de fusariose no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU; JICA, 1997. p.269-276. (Embrapa-CPATU. Documentos, 89).

Artigos de periódicos

AK, P.; TANG, C.; WIESENFELD, K. Self-organized criticality. **Physical Review A**, v.38, p.364-374, 1988.

Capítulos de livros

DIAS-FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-147.

Livros

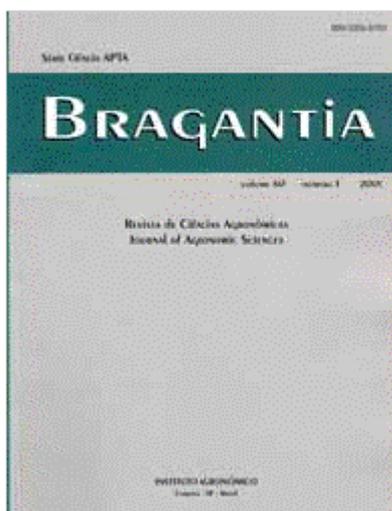
FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3.ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998. 220p.

Teses e dissertações

MACHADO, C.A.E. **Padrões isoenzimáticos de superóxido dismutase de alguns genótipos de pessegueiro *Prunus persica* (L.) Batsch**. 1984. 36p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Outras informações

- Todos os manuscritos são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não poderão ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos pelos fones: (61) 448-4231 e 273-9616, fax: (61)340-5483 ou e-mail: pab@sct.embrapa.br.

NORMAS DA REVISTA BRAGANTIA**BRAGANTIA****Inglês****Revista de Ciências Agronômicas**

Editada pelo Instituto Agrônomo,
Campinas, São Paulo

ISSN: 0006-8705 - Versão impressa

ISSN: 1678-4499 - Versão online

Conteúdo
Conheça Bragantia
Comissão Editorial
Instruções aos autores
Assinaturas

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

BRAGANTIA é um periódico de divulgação científica, quadrimestral a partir de 2001, editado pelo Instituto Agrônomo, Campinas, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Tem por objetivo publicar, em português ou inglês, trabalhos científicos originais que contribuam para o desenvolvimento das Ciências Agronômicas, nas áreas de Produção Vegetal, Ciência do Solo e dos Recursos Agroambientais, Mecanização e Automação Agrícolas e Ciências Básicas Aplicadas à Agricultura. BRAGANTIA está indexada em Abstracts on Tropical Agriculture, Bibliografia Brasileira de Agricultura, Bibliography of Agriculture (AGRICOLA), Biological Abstracts (BIOSIS), CAB Abstracts, Chemical Abstracts, Herbage Abstracts, Latindex, Periódica e Plant Breeding Abstracts. Os trabalhos enviados a BRAGANTIA devem ser inéditos e não podem ser publicados ou submetidos à

publicação em outra revista simultaneamente. A revista publica artigos, notas científicas e trabalhos de revisão.

Procedimento de análise e aprovação de trabalhos na revista Bragantia

Bragantia publica notas e artigos científicos e de revisão. Os trabalhos submetidos à análise do Comitê Editorial são, após registro, encaminhados a um editor-associado para indicar três revisores especialistas na área de conhecimento. Os pareceres emitidos por esses revisores são analisados pelo editor-associado que emite parecer conclusivo em nome do comitê editorial. As revisões, juntamente com o parecer conclusivo, são encaminhadas aos autores para correções, justificativas e apresentação da nova forma, que é em seguida confrontada pelo editor-associado com a versão original do trabalho. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de referências, abstract e vernáculo. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e pelo Comitê Editorial, sendo em seguida disponibilizado na página da revista Bragantia. O fascículo pronto é encaminhado a Scielo e para a impressão gráfica.

Encaminhamento dos trabalhos

O Comitê Editorial supõe que o trabalho submetido à publicação em BRAGANTIA esteja aprovado por todos os seus autores e pela Instituição onde foi realizado. Deve ser encaminhado por carta assinada por todos os autores para o seguinte endereço:

BRAGANTIA

Instituto Agronômico

Av. Barão de Itapura, 1.481

13020-902 Campinas (SP) – BRASIL

Tel: (19) 3231-5422 (PABX)

Fax: (19) 3231-5422 ramal 215

E-mail: editor@iac.sp.gov.br

<http://www.iac.sp.gov.br/bragantia/Index.htm>

Apresentação dos originais

Os originais devem ser enviados em três vias, acompanhadas de disquete em Word for Windows, e digitados em espaço duplo, papel formato A4, fonte Times New

Roman, tamanho 12; páginas numeradas seqüencialmente, incluindo quadros e ilustrações.

Artigo Científico e de Revisão: máximo de 25 páginas, incluindo quadros e figuras.

Nota Científica: máximo de 10 páginas, incluindo quadros e figuras.

Página de Rosto: Título do artigo, nome por extenso e completo dos autores, endereço profissional dos autores, mencionando Departamento/Instituição, caixa postal, CEP, cidade, Estado, e-mail, telefone e entidade da qual é bolsista, se for o caso. Número total de páginas do trabalho, de quadros e figuras.

Estrutura do Artigo

- a) Título; Autor (es).
- b) Resumo (no máximo 250 palavras) em português, palavras-chave. Deve incluir as razões e objetivos da investigação, local e data da pesquisa, como foi feita, resultados mais importantes e conclusões.
- c) Título em inglês, Abstract e Key words. É a versão para o inglês do Resumo e das palavras-chave.
- d) Introdução (contendo revisão de literatura) com duas páginas, no máximo.
- e) Material e Métodos: somente métodos novos e material incomum devem ser descritos detalhadamente, seguidos da citação bibliográfica correspondente.
- f) Resultados e Discussão.
- g) Conclusões.
- h) Agradecimentos.
- i) Referências Bibliográficas.

Quando o artigo for apresentado em língua estrangeira, título, resumo e palavras-chave deverão também ser feitos em português. As Notas Científicas não precisam necessariamente seguir essa subdivisão. Iniciar sempre uma nova página para as seguintes seções ou itens: Referências Bibliográficas; Quadro com o título e o rodapé; Figura com título e legenda.

Citações no texto: as citações de autores no texto devem ser em letras maiúsculas (caixa alta reduzida, ou versaletes), seguidas do ano de publicação. Para dois autores, usar e (and se o texto for em inglês). Havendo mais de dois autores, citar o sobrenome do primeiro, seguido de et al. Ex.: Steel e Torrie (1980) ou (Steel e Torrie, 1980). Haag et al. (1992) ou (Haag et al., 1992). Mais de um artigo dos mesmos autores, no mesmo ano, devem ser discriminados com letras minúsculas: Haag et al. (1992a,b). Comunicações pessoais, trabalhos ou relatórios não

publicados devem ser citados no rodapé, não devendo aparecer nas referências bibliográficas.

Referências: devem ser normalizadas segundo a NBR 6023/2000, da ABNT, estar em ordem alfabética de autores e, dentro desta, em ordem cronológica de trabalhos; havendo dois ou mais autores, separá-los por ponto e vírgula; os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso; incluir apenas os trabalhos citados no texto, tabelas e/ou figuras, na seguinte forma:

a) Periódicos

Sobrenome, Iniciais do prenome. Título do artigo. Título do periódico (negrito), local de publicação (cidade), número do volume (v.), número do fascículo (n.), páginas inicial e final (p.xxx-xxx), ano de publicação.

BOAVENTURA, Y.M.S. Microsporogênese de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner com número duplicado de cromossomos. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n.2, p.193-204, 1990.

b) Livros e Folhetos

Sobrenome, Iniciais do prenome. **Título** (negrito): subtítulo. Edição (ed.). Local de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes. (Título da série e número)

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

c) Capítulo de livro, publicação em obras coletivas, anais de congressos, reuniões.

Sobrenome, Iniciais do prenome dos autores da parte. Título da parte. In: Sobrenome, Iniciais do prenome do autor ou editor do livro. **Título do livro** (negrito). Edição. Local de publicação: Editora, data. Volume (v.), páginas inicial e final (p.xx-xx).

JACKSON, M.L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F.E. (Ed.). **Chemistry of the soil**. 2.ed. New York: Reinhold, 1964. p.71-141.

HIROCE, R.; FIGUEIREDO, J.O. de; POMPEU JUNIOR, J.; CASTRO, J.L. Composição mineral das folhas de tangerineiras tardias. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais.** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.1, p.287-290.

d) Dissertações e Teses

Sobrenome, Iniciais do prenome. **Título:** subtítulo. data. Número de folhas (f). Dissertação ou Tese (Curso) - nome da unidade universitária, nome da universidade, local.

OLIVEIRA, H. DE. **Estudo da matéria orgânica e do zinco em solos sob plantas cítricas sadias e apresentando sintomas de declínio.** 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal.

Tabelas: contêm título, cabeçalho, conteúdo e elementos complementares (fonte, notas e chamadas). Devem ser apresentados em folhas separadas e numerados com algarismos arábicos. Não usar linhas verticais; as horizontais devem separar o título do cabeçalho, o cabeçalho do conteúdo e o conteúdo, dos elementos complementares. O título do quadro deve ser auto-explicativo, prescindindo de consulta ao texto.

Unidades: usar exclusivamente o Sistema Internacional de Medidas. Nos quadros, apresentar as unidades no topo das colunas respectivas, fora do cabeçalho do quadro.

Figuras: gráficos, desenhos, mapas, fotografias e fotomicrografias aparecem no texto como figuras. Devem ser numeradas com algarismos arábicos e ter título auto-explicativo. Indicar o local da inserção das figuras no texto. Fotografias e fotomicrografias devem ser remetidas em papel fotográfico. Figuras elaboradas eletronicamente devem vir acompanhadas de seus arquivos originais em Excell, Orign, CorelDraw, etc. (um arquivo para cada figura). Para outras figuras, enviar o original ou cópia xerográfica de boa qualidade. Não inserir quaisquer figuras no texto.

Taxas: A partir do volume 59 (1) 2000, há uma taxa de R\$25,00 por página diagramada no formato final da revista, por ocasião do aceite do trabalho para publicação. Figuras (fotografias) coloridas terão um custo de R\$150,00 para meia página e R\$ 300,00 para página inteira.

Correspondência de recebimento dos trabalhos pelas revistas