



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS**

ISMAEL GAIÃO DA COSTA

**DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL, ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR EM
PERNAMBUCO**

RECIFE

2012

ISMAEL GAIÃO DA COSTA

**DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL, ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR EM
PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - 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. Clodoaldo José da Anunciação Filho - Orientador – UFRPE

Professor Dr. Gerson Quirino Bastos - Coorientador – UFRPE

RECIFE

2012

**DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL, ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR EM
PERNAMBUCO**

ISMAEL GAIÃO DA COSTA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 24/02/2011.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Clodoaldo José da Anunciação Filho - UFRPE

Prof. Dr. Gerson Quirino Bastos - UFRPE

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Gerson Quirino Bastos - UFRPE

Dr. Djalma Euzébio Simões Neto – UFRPE

Dr. José Nildo Tabosa - IPA

RECIFE

2012

Nada lhe é impossível
ou tão difícil na vida,
quando a força de vontade
por você é comedida.
Controlando a emoção,
agindo pela razão,
toda batalha é vencida.

Ismael Gaião

A Deus, o grande arquiteto do universo, pela
bênção da vida.

Aos meus filhos Isabela e Ismael Filho pelo
apoio, incentivo e carinho.

À minha mãe Maria José, pelo amor, coragem,
força e exemplo de dedicação.

Ao meu pai João Aurélio (*in memoriam*), pela
eterna dedicação, amor e exemplo de dignidade e
honradez.

Aos meus irmãos Ivaneide, Izabel, Ivone, Itamir,
Hibernon (*in memoriam*), Isis, Iris e Ivonalda.

OFEREÇO

À minha querida esposa Walkíria, pelo apoio,
incentivo, dedicação e paciência, mostrando-se
compreensiva, amiga e companheira em todos os
momentos, transmitindo muito amor e força para
prosseguir.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Clodoaldo José da Anunciação Filho, pela confiança, dedicação, orientações e ensinamentos transmitidos.

Ao Professor Dr. Gerson Quirino Bastos, pelo exemplo ético e profissional, orientações, conselhos e conhecimentos transmitidos.

Ao Coordenador da Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina, Dr. Djalma Euzébio Simões Neto e aos colegas de trabalho João Dutra Filho e Leonam José da Silva, pelas contribuições indispensáveis em todas as fases desta pesquisa.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, Andréa Chaves, Lilian Guimarães, Ricardo Otaviano e Sandra Maranhão pelos incentivos e contribuições importantes.

Aos coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento genético de plantas, Prof. Dr. Dimas Menezes e Prof^a. Dr^a. Vivian Loges pela dedicação ao programa e aos alunos.

Aos professores e funcionários da Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio.

À Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, pela contribuição e apoio à pesquisa.

Aos colegas do Mestrado em Melhoramento de Plantas – UFRPE, pelos bons momentos de luta e amizade.

Aos diretores, agrônomos e técnicos das unidades produtoras, Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty pelo apoio logístico e de infraestrutura para execução dos trabalhos de campo e laboratório.

Aos colegas de trabalho da Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina, pelo indispensável apoio, companheirismo, amizade, momentos de estresses e boas risadas que passamos.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

Páginas

Figura 1. Diagrama representativo da origem e evolução da cana-de-açúcar (Modificado por DUTRA FILHO, 2010).....32

Figura 2. Cruzamentos (biparentais, policruzamentos e autofecundações) realizados nas Estações de Floração e Cruzamentos do PMGCA – RIDESA.....36

CAPÍTULO IV – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Figura 1. Dendrograma representativo do padrão de dissimilaridade, estabelecido pelo método hierárquico das ligações médias entre grupos (UPGMA), baseado na Distância Generalizada de Mahalanobis para 11 genótipos RB e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar.....100

LISTA DE TABELAS

Páginas

CAPÍTULO II – DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL DE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Tabela 1. Identificação das coordenadas geográficas, classes dos solos e localização dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos com 13 genótipos de cana-de-açúcar, no estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....61

Tabela 2. Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados nos experimentos, em de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência.....61

Tabela 3. Valores médios das variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA e ATR, avaliadas na fase de experimentação, através da análise de variância conjunta de três cortes em ensaios conduzidos em cada um dos ambientes (Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty), nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....63

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta de três cortes (cana planta, soca e ressoca) e cinco locais (ambientes I, II, II, IV e V) nos ensaios conduzidos na fase de experimentação nas usinas Bom Jesus, Cucaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....66

Tabela 5. Parâmetros genéticos e ambientais estimados em três cortes (cana planta, soca e ressoca) nos ambientes I, II, II, IV e V, nos ensaios conduzidos na fase de experimentação nas usinas Bom Jesus, Cucaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Usina Pumaty, anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....67

Tabela 6. Rentabilidade bruta em reais por hectare de genótipos de cana-de-açúcar em fase de experimentação, três cortes, em cada um dos ambientes, em ensaios

conduzidos nas usinas Bom Jesus, Cucaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....68

CAPÍTULO III – ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Tabela 1. Identificação das coordenadas geográficas, dos cinco ambientes onde foram conduzidos os experimentos com 13 genótipos de cana-de-açúcar, nas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....78

Tabela 2. Classes dos solos e localização dos cinco experimentos, conduzidos nas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....78

Tabela 3. Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados nos cinco experimentos, nas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência....79

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta de três cortes (cana planta, soca e ressoca) e cinco locais (ambientes I, II, III, IV e V) nos ensaios conduzidos na fase de experimentação nas unidades produtoras: Usina Bom Jesus (Cabo de Santo Agostinho – PE), Usina Cucaú (Rio Formoso – PE), Usina Maravilhas (Goiana – PE), Usina Central Olho D'Água (Camutanga – PE) e Usina Pumaty (Joaquim Nabuco – PE), nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....81

Tabela 5. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica (β_1 : coeficiente de regressão linear; σ^2_{di} : variância dos desvios de regressão, R^2 : coeficiente de determinação) obtidas pelo método de Eberhart e Russel para as variáveis TPH e TCH de 13 genótipos avaliados em três cortes em ensaios conduzidos nas unidades produtoras Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina

Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.....85

CAPÍTULO IV – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Tabela 1. Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados no experimento conduzido na Usina Maravilhas, no município de Goiana - Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência.....96

Tabela 2. Resumo da análise de variância e parâmetros genéticos estimados, no segundo corte, para TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR em 13 genótipos de cana-de-açúcar, na Usina Maravilhas (Goiana – PE), no ano agrícola 2008/2009...97

Tabela 3. Valores médios das variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR, avaliadas na fase de experimentação no segundo corte de 13 genótipos de cana-de-açúcar, em ensaio conduzido na Usina Maravilhas, Goiana - Pernambuco, no ano agrícola 2008/2009.....98

Tabela 4. Matriz de dissimilaridade entre 13 genótipos de cana-de-açúcar, utilizados em experimentos no estado de Pernambuco, quantificada pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2).....99

Tabela 5. Agrupamento de 13 genótipos de cana-de-açúcar obtido pelo método de otimização de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis.....101

Tabela 6. Contribuição relativa de sete características agroindustriais para divergência genética entre 11 genótipos RB e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar.....102

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ATR – açúcar total recuperável;

BRIX – teor de sólidos solúveis no caldo;

C – corte.

C x L – interação corte x local;

CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia;

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira;

CV - coeficiente de variação;

CV_g - coeficiente de variação genético;

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

D² - Distância Generalizada de Mahalanobis;

EECAC – Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina;

FIB – Percentual fibra na cana;

FM – fase de multiplicação;

FV – fontes de variação;

G – Genótipos;

G x A - interação genótipo x ambiente;

G x C – interação genótipo x corte;

G x C x L – interação genótipo x corte x local;

G x L – interação genótipo x local;

GL – grau de liberdade;

h² - herdabilidade média;

IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool;

IAC – Instituto Agronômico de Campinas;

IANE - Instituto Agronômico do Nordeste;

IFES – Instituições Federais de Ensino Superior;

IPA – Instituto Agronômico de Pernambuco;

kg – quilogramas;

m - média geral;

P<0,01 – significativo a 1% de probabilidade;

P<0,05 – significativo a 5% de probabilidade;

PCC - pol % corrigido;
Planalsucar - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar;
PMGCA – Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar;
PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool;
PUI – período útil de industrialização;
PZA - pureza do caldo na cana;
QMR – quadrado médio do resíduo;
 R^2 - coeficiente de determinação;
RB – República do Brasil;
RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro;
T1 – primeira fase de seleção no melhoramento da cana-de-açúcar;
T2 – segunda fase de seleção no melhoramento da cana-de-açúcar;
T3 – terceira fase de seleção no melhoramento da cana-de-açúcar;
TCH - toneladas de cana por hectare;
TPH - toneladas de pol por hectare;
UFAL – Universidade Federal de Alagoas;
UFG – Universidade Federal de Goiás;
UFMT - Universidade Federal do Mato Grosso;
UFPI - Universidade Federal do Piauí;
UFPR - Universidade Federal do Paraná;
UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco;
UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro;
UFS – Universidade Federal de Sergipe;
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos;
UFV - Universidade Federal de Viçosa;
UPGMA - Unweighted Pair Group Method Using Arithmetical Average (Método das ligações medias entre grupos);
(b/c)_{jk} - efeito do j-ésimo bloco dentro do k-ésimo corte;
(B/L)/A_{jk} - bloco dentro de ambiente no j-ésimo ambiente e no k-ésimo bloco;
>QMR)/<(QMR – relação do maior quadrado médio do resíduo pelo menor quadrado médio do resíduo;
A_j - efeito do j-ésimo ambiente;
b – bloco;

b_j - efeito do j-ésimo bloco;
 c_k - efeito do k-ésimo corte;
 $D_{ii'}^2$ - distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i'
 d_v - diferença entre médias de dois genótipos i e i' para uma dada característica j
 E_{ijk} - efeito do erro experimental
 E_{jk} - erro experimental
 GA_{ij} - efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;
 G_i - efeito do i-ésimo genótipo
 I_j - índice ambiental codificado;
 R_k - efeito da k-ésima repetição;
 Y_{ij} - é a média do i-ésimo genótipo em relação a j-ésima variável
 Y_{ijk} - observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente e o k-ésimo bloco;
 Y_{ik} - observação do i-ésimo genótipo no k-ésimo bloco;
 β_{0i} - média geral do genótipo i
 β_{1i} - coeficiente de regressão linear;
 \bar{d} - representa a diferença entre médias de dois genótipos i e i' para uma dada característica j ;
 $\bar{\delta}_{ij}$ - desvio da regressão;
 ε_{ij} - componente aleatório; erro experimental médio;
 ε_{ijk} - efeito do erro experimental;
 σ_{di}^2 - variância dos desvios de regressão
 σ_g^2 - componente de variância genética;
 σ_{gc}^2 : componente de variância da interação genótipo corte (ano);
 σ_{gcl}^2 : componente de variância da interação genótipo corte local;
 σ_{gl}^2 : componente de variância da interação genótipo local (ambiente);
 Ψ – matriz de variâncias e covariâncias residuais;

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xii
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
CAPÍTULO II - DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL DE CLONES RB DE CANA- DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	58
RESUMO.....	59
ABSTRACT.....	59
INTRODUÇÃO.....	59
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70
CAPÍTULO III - ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	73
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	74
INTRODUÇÃO.....	75
MATERIAL E MÉTODOS.....	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
CAPÍTULO IV – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA- DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	90
RESUMO.....	91
ABSTRACT.....	92
INTRODUÇÃO.....	92
MATERIAL E MÉTODOS.....	95
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98

CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	106
NORMAS DA REVISTA SEMINA CIÊNCIAS AGRÁRIAS.....	107
NORMAS DA REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA.....	112
NORMAS DA REVISTA CIÊNCIA RURAL.....	118

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), cuja cultura interage com os mais variados ambientes. A substituição de variedades tem contribuído bastante para um eficiente aumento na produtividade. Neste sentido, os estudos da interação genótipo x ambiente (G x A), as análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, e a seleção de parentais para cruzamentos são imprescindíveis para a indicação de variedades adequadas às diversas condições edafoclimáticas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o comportamento agroindustrial, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de 11 clones RB de cana-de-açúcar, na fase final da experimentação, em microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, por três colheitas consecutivas, bem como auxiliar a seleção de progenitores potenciais a serem utilizados em futuros cruzamentos pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA) da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA) conduzido pela Estação Experimental de Cana-de-açúcar (EECAC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Os experimentos foram instalados em cinco usinas de Pernambuco, nos meses de julho e agosto de 2006, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas com cinco sulcos de oito metros com espaçamento de 1,0 m. Os resultados foram submetidos à análise de variância, à comparação de médias pelo teste de Scott & Knott e a estudos de adaptabilidade, estabilidade e divergência genética. Em cada corte foram mensuradas as variáveis tonelada de pol por hectare (TPH), tonelada de cana por hectare (TCH); Pol% corrigido (PCC), fibra (FIB), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (BRIX) e açúcar total recuperável (ATR). Com base nos resultados, os genótipos RB de cana-de-açúcar mais produtivos foram G1, G6 e G9; para o ambiente I, G11 e G1 para o ambiente II, G9 e G1 para o ambiente III, G3 para o ambiente IV e G1 para o ambiente V. Dentre os melhores clones, aqueles com adaptabilidade ampla são: G1 e G11; e aqueles com adaptabilidade para ambientes favoráveis são: G6 e G9. Os genótipos mais indicados para utilização em hibridações são G1 e G6, pois estes apresentaram a maior dissimilaridade genética.

Palavras-chave: *Saccharum spp.* Adaptação ambiental. Interação G x A. Regressão linear. Análise multivariada. Melhoramento genético vegetal.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of sugarcane (*Saccharum* spp.), whose culture interacts with the most varied environments. The replacement of varieties has contributed greatly to an effective increase in productivity. Thus it studies of genotype x environment (G x E) interaction, the analysis of phenotypic adaptability and stability, and the selection of parents for hybridization are essential for the indication of varieties suited to different soil and climatic conditions. The objective of this research was to evaluate the agribusiness behavior, adaptability and phenotypic stability of 11 RB sugarcane clones in the final phase of the trial, in sugarcane micro regions in the State of Pernambuco, Brazil Northeast, for three consecutives harvests, as well as assisting the selection of potential parents to be used in future crossings by conducted by Sugarcane Breeding Program (PMGCA) of Network for the Development of Alcohol and Sugar (RIDESA) of Experimental Station Sugarcane Carpina (EECAC) of Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE). The experiments were carried out in five Pernambuco sugar mills, in the months of July and August 2006, using the experimental design of randomized blocks with four replications and plots with five eight-meter furrows and spacing of 1.0 m. The results were subjected to analysis of variance, comparison of averages by Scott & Knott test and studies of adaptability, stability and genetic divergence. In each section the variables were measured as ton of pol per hectare (TPH), ton of cane per hectare (TCH); fibre (FIB), Pol% corrected (PCC), purity (PZA), soluble solids (BRIX) and total recoverable sugar (TRS). Based on the results, the best RB genotypes of sugarcane were G1, G6 and G9 in environment I, G1 and G11 in environment II, G1 and G9 in environment III, G3 for environment IV and G1 the environment V. Among the best clones, those with wide adaptability are: G1 and G11, and those with adaptability to environments are: G6 and G9. The genotypes most indicated for use in hybridizations are G1 and G6, as they showed the greatest genetic dissimilarity.

Key words: *Saccharum* spp. Environmental adaptation. Interaction G x E. Linear regression. Multivariate analysis. Plant breeding.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura brasileira desempenha um papel muito importante no desenvolvimento do País, gerando emprego, renda e divisas. Nesse contexto está inserida a cana-de-açúcar, matéria-prima para a fabricação do açúcar e do etanol, além de outros produtos e subprodutos, tendo nos colocado como líder mundial no setor. A cana-de-açúcar está ligada diretamente à própria história e desenvolvimento do Brasil (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

O potencial de produção e o papel fundamental da cana-de-açúcar e de seus derivados, tanto na agricultura quanto na indústria, fazem dessa cultura uma das mais importantes atividades da agroindústria nacional (LERAYER et al., 2009). Entretanto, seu grande incremento, ocorreu nas últimas três décadas do século XX, em decorrência do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL).

Com a crise do petróleo, desencadeada pelo embargo econômico imposto aos Estados Unidos e a Europa pela Organização dos Países Exportadores e Produtores de Petróleo (OPEP) e Golfo Pérsico, o petróleo que antes era considerado um insumo barato atingiu valores altíssimos, chegando a aumentar os preços do barril em até 400% em cinco meses (17 de outubro de 1973 – 18 de março de 1974), o que provocou prolongada recessão nos Estados Unidos e na Europa desestabilizando a economia mundial (WIKIPÉDIA, 2011).

O primeiro choque do petróleo que reacendeu o interesse mundial por fontes alternativas de energia e levou vários países a buscarem soluções mais adequadas, considerando as peculiaridades nacionais (BERTELLI, 2010).

O PROÁLCOOL foi criado pelo governo brasileiro, em 1973, com o intuito de substituir os combustíveis derivados do petróleo, como a gasolina, por uma fonte alternativa e renovável. O alto preço do barril estimulou o Brasil a criar regras para que, num primeiro momento, o álcool anidro fosse adicionado à gasolina como forma de diminuir a importação dos barris em meio às crises no Oriente Médio.

O álcool, que sempre fora considerado subproduto do açúcar, passou a desempenhar papel estratégico na economia brasileira e, diante do sucesso da iniciativa, deixou de ser encarado apenas como resposta a uma crise temporária, mas como solução permanente, uma vez que as reservas petrolíferas não são fontes renováveis (BERTELLI, 2010).

A cana-de-açúcar é cultivada principalmente como matéria-prima a ser fornecida a um complexo industrial com a finalidade de produzir açúcar, etanol e inúmeros derivados. É também produtora de utilidades alimentícias, combustível renovável, energia elétrica, indústria química, entre outros. Esta representatividade como uma importante fonte de divisas para a economia do País está consubstanciada nas exportações de açúcar e álcool, principalmente para os mercados europeu e norte-americano (SIMÕES NETO et al., 2005).

É grande a demanda nacional e mundial pelos derivados da cana-de-açúcar. Como reflexo, observam-se constantes aumentos na área de cultivo, produção e produtividade (CONAB, 2011).

Diante da magnitude destes números, os estudos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar são de fundamental importância para manter rentabilidade e sustentabilidade no setor sucroenergético.

Os trabalhos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético desta cultura contribuíram de forma expressiva para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro nacional, com a liberação de variedades mais produtivas e mais resistentes a pragas e doenças. A seleção e recomendação de variedades de elevado potencial produtivo é o principal objetivo das instituições de pesquisa em melhoramento genético. Apesar de simples, a seleção de genótipos superiores em cana-de-açúcar é um processo bastante oneroso e demorado, em média, são necessários de 10 a 12 anos para se lançar uma nova variedade.

Em todo programa de melhoramento genético buscam-se genótipos altamente produtivos, estáveis e com ampla adaptação, entretanto, observa-se com frequência que, geralmente, a grande maioria apresenta respostas distintas em relação aos ambientes em que ocorre a avaliação/seleção, o que de certa forma restringe a indicação dessas novas variedades (SILVEIRA, 2011). A alteração da performance relativa dos genótipos em virtude de diferentes ambientes, denomina-se interação genótipo ambiente (BORÉM e MIRANDA, 2005).

Os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar conduzem seus experimentos em diversas usinas e destilarias, os quais, são colhidos, em média, por três cortes (FERREIRA et al., 2005), com o objetivo de comparar a performance dos novos genótipos com aqueles já utilizados, em grande escala, no cultivo comercial. Essas pesquisas permitem avaliar a magnitude das interações genótipos x ambientes (locais) e genótipos x cortes (ciclos de colheita).

Dentre as diversas etapas, que constituem os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, a fase de experimentação é uma das mais importantes, pois, os genótipos devem ser avaliados nos mais diversos ambientes edafoclimáticos. Quando se avalia um genótipo em um determinado ambiente, o seu valor fenotípico reflete a ação do efeito genotípico sob a influência do meio ao qual o mesmo é submetido. E quando esse genótipo é avaliado em diversos ambientes, um componente adicional deve ser considerado por afetar seu valor fenotípico, a interação entre os efeitos genotípicos e os ambientais, ou simplesmente interação genótipos x ambientes, que quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A interação genótipo ambiente dificulta a seleção e a recomendação de variedades. Para reduzir os efeitos negativos da instabilidade dos genótipos diante dos ambientes de avaliação é conveniente que sejam efetuadas análises de adaptabilidade e estabilidade. Para se analisar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica dos genótipos, encontram-se na literatura diversas metodologias, como AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis*) (Zobel et al., 1988), Toler e Burrows (1998), Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e método centróide com pontos adicionais (NASCIMENTO et al., 2009).

No entanto, a escolha do método adequado a ser utilizado depende do tipo de dados experimentais, do número de ambientes envolvidos na seleção, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (CRUZ et al., 2004).

A Zona da Mata de Pernambuco possui uma extensa área agrícola com variações edafoclimáticas expressivas, tradicionalmente ocupada pela cultura canavieira, neste sentido, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o comportamento agroindustrial, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de genótipos RB de cana-de-açúcar, da série 2000, em fase final de experimentação, comparados a duas variedades comerciais, utilizadas como padrão, em diferentes ambientes do Estado, por três colheitas consecutivas, como também auxiliar a seleção de progenitores potenciais, estimados pela divergência genética, a serem utilizados em futuros cruzamentos pelo PMGCA da EECAC/UFRPE.

Os procedimentos estatísticos iniciais constituíram-se de análise da variância para cada corte (ano de colheita), seguida de uma análise conjunta entre os três cortes (cana planta, soca e ressoca), em cada ambiente, e, posteriormente, a análise

conjunta dos três cortes nos cinco ambientes, considerando-se as médias dos valores estatísticos de cada ambiente, para avaliar as significâncias das interações genótipo x corte, genótipo x locais e genótipos x cortes x locais, estimando também alguns parâmetros genéticos e suas médias agrupadas através do teste Scott & Knott (1974). Em seguida, utilizando-se os dados médios da análise conjunta, foram estimados os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, segundo a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966).

Foram realizadas análises de viabilidade econômica dos materiais através do cálculo da rentabilidade bruta da cana-de-açúcar, nas referidas safras, em cada ambiente, com base no valor do quilograma do açúcar total recuperável (ATR) e da tonelada de cana por hectare (TCH).

Por fim, foi utilizado o método de otimização de Tocher (RAO, 1952) como técnica de agrupamento e, para construção do dendrograma, utilizou-se o método hierárquico de ligações médias UPGMA, desenvolvido por Sokal e Michener (1958), com base na Distância Generalizada de Mahalanobis (1936), cujos resultados foram utilizados para comparação dos padrões de agrupamentos produzidos pelos dois métodos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar sempre teve um papel importante na economia brasileira, desde o início do século XVI, sendo sua cultura considerada como o segundo ciclo econômico do Brasil colônia. O cultivo dessa cultura no Brasil deu-se pela necessidade imperativa de colonizar e explorar um território até então sem muita importância econômica para Portugal. Vários foram os motivos para a escolha da cana, entre eles a existência no Brasil de solo propício para seu cultivo, além de ser um produto muito bem cotado no comércio europeu – destinado unicamente à exportação e capaz de gerar valiosos lucros, transformando-se no alicerce econômico da colonização portuguesa no Brasil, entre os séculos XVI e XVII. No Nordeste, principalmente os litorais pernambucano e baiano sorveram a maior parte da produção açucareira da colônia. A maior contribuição dos engenhos, porém, foi

estar em um ponto bastante privilegiado, facilitando o escoamento e agilizando a chegada do produto aos mercados consumidores (INFOESCOLA, 2009).

Há muito tempo, especialistas vêm buscando maneiras de aprimorar o cultivo dessa cultura, tornando-a mais produtiva e resistente a pragas, doenças e estresses hídricos, entre outras vantagens agrônômicas. Com o êxito do mapeamento de seu genoma, abrem-se as portas para uma infinidade de possibilidades, entre elas, o melhoramento genético assistido por marcadores moleculares e a biotecnologia aplicada à cana-de-açúcar (LERAYER et al., 2009).

A propalada importância econômica da cana-de-açúcar deve-se à diversificada forma de uso de seus produtos e subprodutos no mercado nacional e internacional, além de sua cadeia produtiva que se constitui numa importante fonte de emprego e renda para inúmeras comunidades mundiais.

Devido ao potencial do mercado sucroalcooleiro no Brasil, a cana-de-açúcar não é tratada apenas como mais um produto agrícola nacional, mas como a mais importante fonte de biomassa energética. O setor sucroalcooleiro responde por cerca de 1 milhão de empregos, dos quais 511 mil estão diretamente envolvidos na produção de cana-de-açúcar e o restante distribuído na cadeia de processamento de açúcar e etanol. Isso representa 6% dos empregos na agroindústria nacional (LERAYER et al., 2009). Essa cultura foi por várias décadas, a base da economia do Nordeste Brasileiro.

A cana-de-açúcar é um acumulador de carbono, hidrogênio, oxigênio, energia solar, clorofila e forças radioativas, por via de suas folhas e de toda riqueza orgânica e mineral do solo, por via de suas raízes. É a cana-de-açúcar uma eficiente fábrica de carboidratos. Ela é uma das maravilhas do reino vegetal, e o açúcar é o alimento mais puro e energético da natureza, pois, não é nada mais nada menos do que a “luz solar cristalizada” (CASTRO e ANDRADE, 2007).

A cultura da cana-de-açúcar é responsável por 65% da produção mundial de açúcar. Atualmente o Brasil destaca-se como o maior produtor mundial, com uma área estimada em 8,4 milhões de hectares cultivados e projeções para produção de 588,9 milhões de toneladas para a safra a 2011/12 (CONAB, 2011). Essa posição privilegiada do Brasil ocorre devido à sua área cultivada, que é relativamente grande, aos seus elevados índices de produtividade alcançados nas principais regiões produtoras e à ocupação de novas áreas pela cultura canavieira em diversos estados brasileiros.

Respondendo sozinho por 45% de toda a produção comercializada no mundo, o Brasil é o maior exportador mundial de açúcar. Em relação ao etanol, o País divide com os EUA a posição de maior produtor mundial. Esses dois países são responsáveis por 70% de todo o etanol produzido no planeta. Porém, o produto norte-americano é exclusivamente derivado do milho e voltado para seu mercado interno. Assim sendo, no caso do etanol, o Brasil é também o maior exportador mundial, respondendo por 54% desse mercado (LERAYER et al., 2009).

A viabilidade econômica e a disponibilidade de variedades de cana-de-açúcar adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas de cultivo, têm servido de estímulo para os produtores. Por essa razão, principalmente, a área de cultivo aumentou nas principais regiões produtoras dessa cultura no Brasil.

O Estado de São Paulo continua sendo o maior produtor brasileiro com 52,6% (4.436,53 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 9,0% (759,21 mil hectares), Goiás com 7,97% (672,43 mil hectares), Paraná com 7,26% (612,25 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 5,70% (480,86 mil hectares), Alagoas com 5,39% (454,54 mil hectares) e Pernambuco com 3,85% (324,73 mil hectares). A produtividade média brasileira está estimada em 69,8 t/ha para a safra 2011/2012 (CONAB, 2011), enquanto para o Estado de Pernambuco há estimativas de 60 toneladas por hectare.

2.2. Classificação botânica da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma gramínea perene na sua forma natural, mas semiperene no cultivo extensivo, e, por apresentar boa capacidade de armazenamento e alta concentração de sacarose no colmo, é cultivada em cerca de 80 países em regiões tropicais, semitropicais e subtropicais do mundo (TEW e COBILL, 2008).

Esta cultura pertence à família *Poaceae* (gramínea), gênero *Saccharum*, e foi descrita por Linneu, em 1753, em seu livro *Species Plantarum*, que a classificou como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum* (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

No gênero *Saccharum* ocorrem seis espécies: *S. officinarum* L. ($2n = 80$), *S. robustum* Brandes e Jeswiet ex Grassl ($2n = 60-205$), *S. barberi* Jeswiet ($2n = 111-120$), *S. sinense* Roxb. ($2n = 81-124$), *S. spontaneum* L. ($2n = 40-128$) e *S. edule* Hassk. ($2n = 60-80$). As variedades cultivadas atualmente são híbridos clonais,

geralmente de 6^a a 10^a, e constituídas por contribuições das espécies *S. officinarum*, *S. barberi*, *S. sinense*, *S. spontaneum* e *S. robustum* (MATSUOKA et al., 2005).

A cana-de-açúcar é uma cultura alógama com alto grau de poliploidia e aneuploidias. Os genomas de suas espécies, exceto de *S. edule*, podem participar, ainda que parcialmente, dos híbridos interespecíficos atualmente cultivados. Citogeneticamente, estas variedades ou híbridos, são derivados de cruzamentos, naturais ou artificiais, os quais apresentam variação numérica entre $2n=100$ e $2n=130$ cromossomos com presença de aproximadamente 10% do genoma de *S. spontaneum* (SIMMONDS, 1979).

A espécie *S. officinarum* se destaca como a espécie que tem contribuído com a maior porção do genoma presente nas variedades atualmente utilizadas para a produção de açúcar. Essa espécie apresenta cariótipo com $2n=80$ e número básico $x=10$ (GHELLER et al., 1995). Só após vários ciclos de retrocruzamentos com *S. officinarum*, utilizando-se esta como parental feminina, foi possível chegar-se à recuperação de híbridos produtores de grande quantidade de açúcar (BROWN et al., 1969).

2.3. Características morfológicas da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar possui um colmo cilíndrico, ereto, fibroso e rico em açúcar, numa composição de, aproximadamente, 86 a 92% de caldo e 8 a 14% de fibras. O seu caldo é composto de água (75 a 82%) e 18 a 25% de sólidos solúveis (BRIX). O colmo é constituído de nós e entrenós. Em cada nó existe uma gema, geralmente protegida por escamas, disposta alternadamente em torno do colmo, que normalmente é protegida pela bainha da folha, a qual está firmemente presa ao entrenó (CASTRO e KLUGE, 2001).

As folhas da cana-de-açúcar são opostas, alternas e fixas aos nós dos colmos na região nodal (CESNIK e MIOCQUE, 2004). Cada nó possui uma folha, de coloração verde característica, variando a tonalidade de acordo com a região da folha, sua idade e a variedade. Lâmina (ou limbo foliar) é denominação da parte superior da folha e sua parte inferior, que envolve o colmo, é denominada de bainha, a qual tem a função de fixar a folha ao colmo (CASTRO e KLUGE, 2001).

Normalmente, a propagação da cana-de-açúcar é feita através de pedaços de colmos, conhecidos como toletes, na região Centro Sul, ou rebolos, na região

Nordeste. Dos primórdios radiculares do tolete plantado desenvolvem-se as primeiras raízes denominadas de raízes de fixação. Nos 30 primeiros dias após o plantio, aproximadamente, a planta sobrevive de reservas nutricionais contidas nos toletes e do material (água e sais minerais) absorvido pelas raízes de fixação (ROCHECOUSTE, 1967).

A planta da cana-de-açúcar possui mais dois tipos básicos de raízes: superficiais e cordão. Sua inflorescência é uma panícula bastante ramificada, contendo um eixo principal (ráquis) e ramificações primárias e secundárias. A flor é hermafrodita, com um só óvulo no ovário. Os pistilos possuem estigmas alongados, roxos ou avermelhados, que dão um aspecto plumoso característico à panícula. Os estames são em número de três, com uma antera cada um (CASTRO e KLUGE, 2001). Quando férteis, os grãos de pólen são esféricos, quando inférteis, são prismáticos. O fruto (semente) da cana-de-açúcar é uma cariopse elíptica alongada.

Por ser semiperene no cultivo extensivo, a cana-de-açúcar necessita de um novo plantio, que, geralmente, é realizado entre a quinta e a sétima colheita. Isso se faz necessário porque o pisoteio por máquinas e veículos no cultivo, principalmente, na colheita, prejudica diretamente a planta, além de compactar o solo. Há também um progressivo acúmulo de doenças no canavial. Conseqüentemente, ocorre uma diminuição natural do número de plantas e o crescimento reduzido das remanescentes com o avanço dos ciclos, ocasionando queda de produção, que atinge níveis economicamente inviáveis, exigindo a substituição por novo plantio (LERAYER et al., 2009).

No cultivo da cana-de-açúcar existem dois ciclos de produção: o que se inicia com o plantio da muda e se encerra com o primeiro corte, chamado de cana planta; e os demais, que começam após o primeiro corte e são denominados ciclos da soqueira, ou canas socas. O ciclo da cana soca dura geralmente de 12 a 13 meses, enquanto o da cana planta, normalmente é de 15 meses, mas varia conforme a época de plantio das mudas. A duração do ciclo da cana pode variar também de acordo com a variedade utilizada (LERAYER et al., 2009).

2.4. Características morfológicas de variedades

Variedade é o termo que pesquisadores e produtores empregam para caracterizar uma cultivar (Cultived Variety). A palavra variedade tem o significado de

cultivar e significa material oriundo de cruzamentos interespecíficos. As variedades devem ser descritas de acordo com as normas internacionais determinadas pelo Comitê de Germoplasma Internacional (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

As variedades comerciais cultivadas atualmente são híbridos interespecíficos, propagados vegetativamente (clonais), oriundos de cruzamentos biparentais ou múltiplos (MATSUOKA et al., 2005). Segundo Lerayer et al (2009), essas variedades se originam de cruzamentos realizados no início do século XX, na Ilha de Java. E, àquela época, algumas variedades da espécie *Saccharum officinarum* – rica em açúcar, mas muito suscetível a doenças – foram cruzadas com outra espécie, a *Saccharum spontaneum*, que é pobre em açúcar e muito rústica, ou seja, mais resistente aos problemas do campo. De acordo com esses pesquisadores, os híbridos obtidos tinham maior capacidade de armazenamento de sacarose, resistência a doenças, vigor, rusticidade e tolerância a fatores climáticos.

Apesar de *S. officinarum* e *S. spontaneum* terem sido as espécies que mais contribuíram para a obtenção das atuais variedades comerciais de cana-de-açúcar, outras espécies, a exemplo de *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum*, ainda que em menor proporção, também foram importantes para a composição genética das variedades modernas de cana (LERAYER et al., 2009).

A diferenciação entre as variedades de cana-de-açúcar é normalmente realizada por características morfológicas como o tipo de crescimento, tipo de despalhe, comprimento e forma dos entrenós, cor dos entrenós, tipo de gema, presença ou não de pelos, entre outras, e deve seguir parâmetros válidos para qualquer pesquisador, de diferentes instituições, que estude o assunto.

Segundo os pesquisadores Cesnik e Miocque (2004), foi Jeswiet quem elaborou um critério universal para a identificação de variedades da cana-de-açúcar. A fim de facilitar a identificação das variedades. Skinner (1971) apresentou, no XIV Congresso Internacional da International Society of Sugar Cane Technologists, uma ficha de descrição baseada no Sistema Jeswiet de Identificação de Variedades Internacional.

Quando se deseja descrever uma variedade, independente do grupo a que ela pertence, devem-se anotar todos os detalhes propostos por Jeswiet. De nada valem, botanicamente, as descrições que apresentem apenas características de cor, PUI, porte, florescimento, brotação de soqueira e outros atributos agronômicos (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

2.5. Características agroindustriais de variedades

As variedades são descritas, simultaneamente, por suas características morfológicas e agroindustriais. Entre as características agroindustriais tem-se: capacidade de brotação, perfilhamento, exigência em fertilidade do solo, tolerância ou resistência a secas, estabilidade, adaptabilidade à época de plantio, restrição a ambientes de produção, teor de sacarose, resistência ou tolerância a pragas e doenças, produtividade, precocidade, etc.

As características agrônômicas e agroindustriais das variedades refletem as diferenças genéticas entre elas (RAMALHO et al., 2008). A recomendação da variedade de melhor desempenho, para cada região produtora, com seu respectivo ambiente de produção, é baseada nestes parâmetros (BASSINELO et al., 1984; LANDELL e BRESSIANI, 2008).

Normalmente, a melhor performance da cana-de-açúcar ocorre quando o clima apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, o perfilhamento e o desenvolvimento vegetativo, seguido de uma estação fria e seca, para promover a maturação e conseqüente o acúmulo de sacarose nos colmos, que é o produto mais desejado.

A fertilidade do solo, ou seja, a disponibilidade de nutrientes minerais para a cultura, também interfere na performance dos genótipos (SILVEIRA, 2011).

2.6. Manejo Varietal

O manejo varietal da cana-de-açúcar é de fundamental importância na busca de incrementos de produção, sendo o alicerce para outras tecnologias. O cultivo de variedades detentoras de boas características agroindustriais representa, na prática, a tecnologia que mais contribui para a melhoria dos níveis de produtividade da cultura, a custos relativamente baixos, quando comparada com os demais itens que compõem o sistema produtivo da cultura (SIMÕES NETO et al., 2005).

O manejo varietal em cana-de-açúcar é uma estratégia que procura explorar os ganhos gerados pela interação genótipo *versus* ambiente, ou seja, tem como objetivo alocar diferentes variedades comerciais no ambiente que proporcione a melhor expressão produtiva no contexto considerado. Essa visão engloba um conhecimento especializado e multidisciplinar, sustentado por alguns elementos

tácitos somados às informações geradas em um nicho específico (LANDELL et al., 2008).

A base de sustentação da indústria sucroalcooleira é a variedade da cana-de-açúcar, num processo contínuo de substituição (ALMEIDA e CRÓCOMO, 1994). A substituição de variedades nos cultivos comerciais acontece em decorrência da degenerescência varietal, pois durante o cultivo, por anos sucessivos, de determinados genótipos, o efeito acumulativo de problemas fitossanitários e a redução da fertilidade do solo, entre outros fatores, contribuem para o declínio de suas produtividades. Essa substituição é realizada com variedades comprovadamente mais produtivas, agrícola e industrialmente, e responsivas a ambientes edafoclimáticos distintos.

A formação de um bom plantel varietal, associado à sua disponibilização e alocação, constitui uma das etapas mais dinâmicas e importantes no planejamento agrônomo de uma unidade produtora de cana-de-açúcar. A utilização de critérios técnicos, que associe o conhecimento do perfil de resposta da variedade às condições de clima e solo, permite a possibilidade de minimizar erros, contribuindo para que a planta expresse seu potencial genético (LANDELL et al., 2008).

A seleção de novas variedades de cana-de-açúcar, e suas indicações aos produtores, tem como objetivo aumentar a produtividade e a qualidade dos canaviais, assim como, buscar solução para os problemas de interesse das diferentes regiões canavieiras. O cultivo dessas variedades, em consonância com as recomendações pautadas em suas características agroindustriais, certamente, em muito contribuirá para o incremento das produtividades e lucratividade do setor agrosucroalcooleiro regional (SIMÕES NETO et al., 2005).

Em Pernambuco, o PMGCA tem sido conduzido pela RIDESA, que congrega dez universidades brasileiras, entre elas a UFRPE, cujas pesquisas são conduzidas pela EECAC.

A constante busca de novas variedades para o Nordeste, particularmente para as microrregiões canavieiras de Pernambuco, se reveste de grande importância face à globalização da economia, dos mercados altamente competitivos, dos incrementos na produtividade agrícola atual e da regulamentação da lei de proteção de variedades no Brasil (Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997), (BRASIL, 1998), que veio estimular ainda mais a pesquisa canavieira com o investimento de novos recursos financeiros obtidos a partir da vigência da referida lei.

Juntamente com a RIDESA e a EECAC, unidade ligada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG), da UFRPE, o Programa de Pós-Graduação em Melhoramento de Plantas, vem desenvolvendo pesquisas na área de concentração em melhoramento genético de cana-de-açúcar, o que tem contribuído consideravelmente para o desenvolvimento de métodos e estratégias no melhoramento genético dessa cultura.

Dentre as diversas variedades liberadas pelo PMGCA da EECAC/RIDESA podemos destacar a RB72454 que chegou a ser a mais cultivada no Brasil por diversos anos, podendo ser considerada a variedade de cana-de-açúcar mais plantada no mundo e mesmo após 21 anos da sua liberação nacional ainda apresenta elevada área cultivada. No ano de 2008 o censo realizado pela RIDESA mostrou que esta ficou em terceiro lugar entre as variedades de cana-de-açúcar cultivadas no País (RIDESA, 2010). Também se podem destacar algumas das novas variedades liberadas para Pernambuco, como RB863129, RB962962 e RB002504.

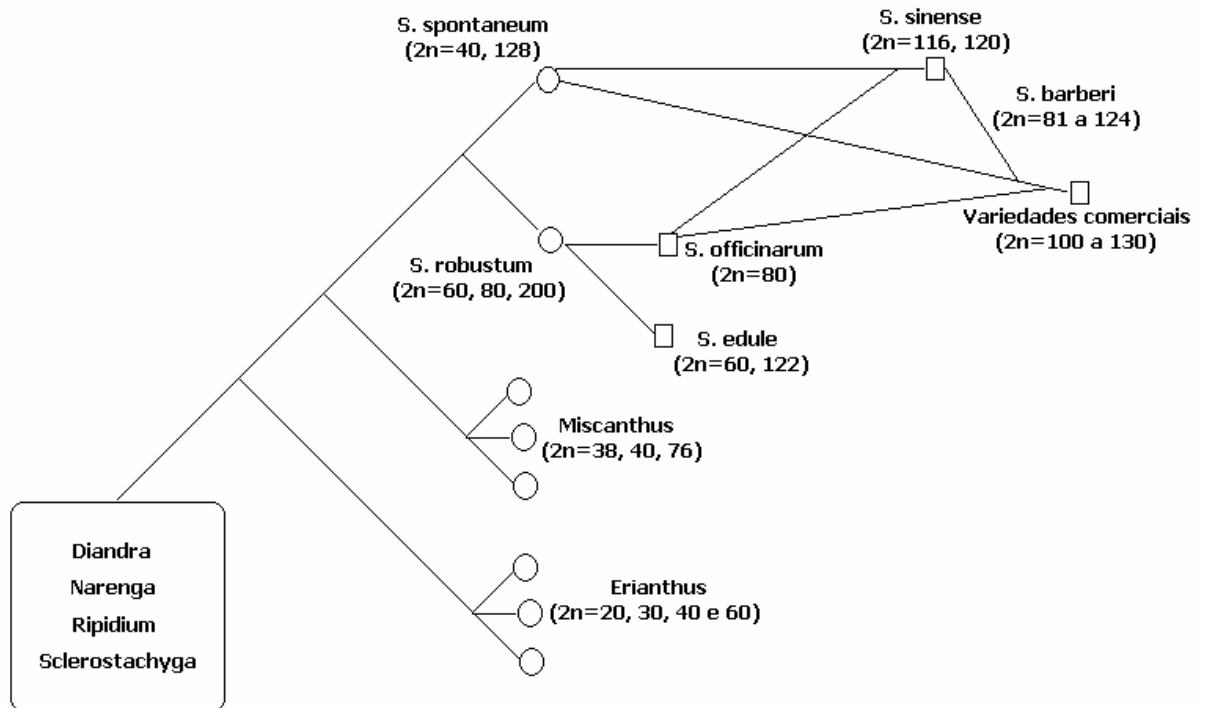
2.7. O melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil

As espécies que originaram as variedades atuais de cana-de-açúcar são oriundas do Sudeste Asiático. A origem de *Saccharum officinarum*, por exemplo, está intimamente associada à atividade humana, pois ela tem sido cultivada desde a Pré-História. Acredita-se que o centro de origem de *S. officinarum* seja a Melanésia (Oceania), onde ela foi domesticada e depois disseminada pelo homem por todo o Sudeste Asiático. A região tornou-se centro de diversidade, tendo, como núcleo, Papua Nova Guiné e Java (Indonésia), regiões em que a maior parte das espécies foi coletada a partir do fim de 1800 (LERAYER et al., 2009).

Matsuoka et al (2009) propuseram um esquema, apresentado na Figura 1, para um melhor entendimento da origem e evolução da cana-de-açúcar, o qual foi adaptado por Dutra Filho (2010).

No Brasil, as primeiras mudas de cana-de-açúcar foram introduzidas em 1502. Em Pernambuco, um almirante português levantou um engenho antes de 1520, presumivelmente, uma vez que, nos registros da alfândega de Lisboa consta a entrada de açúcar brasileiro nos anos de 1520 e 1526 (CESNIK e MIOCQUE, 2004). Registros dão conta de que a primeira exportação de açúcar brasileira teria ocorrido em 1521, de Pernambuco para Portugal (PEIXOTO, 1973).

Figura 1 - Diagrama representativo da origem e evolução da cana-de-açúcar (MATSUOKA et al, 2009), modificado por Dutra Filho (2010).



Pernambuco tornou-se o maior produtor mundial de açúcar, por volta de 1550, posição que foi ocupada a partir do cultivo da variedade denominada Crioula. Mais tarde, depois de aproximadamente 250 anos, essa variedade foi dizimada dos campos de cultivo em razão de sua alta suscetibilidade ao mosaico. Nos idos de 1800, a variedade Caiana passou a dominar os campos de cultivo em função de sua elevada quantidade de açúcar, vigor e resistência às principais pragas e doenças (JUNQUEIRA e DANTAS, 1964).

No entanto, por volta de 1870, essa variedade sucumbiu diante de sua suscetibilidade à gomose. Em substituição à variedade Caiana, surgiram as variedades Roxa, Rosa, Ubá e Cristalina, as quais foram cultivadas por aproximadamente 30 anos. Apesar de serem ricas em açúcar, essas variedades eram pouco resistentes a doenças, tanto que em pouco tempo, foram dizimadas pelo vírus do mosaico (JUNQUEIRA e DANTAS, 1964).

Diante dessa situação, o Brasil introduziu novas variedades de Java, Argentina e Índia (MACHADO et al., 1987). Esses genótipos, em pouco tempo, passaram a ser cultivados em todas as regiões do País. A partir de 1945, entretanto, a produtividade

desses genótipos passou a ser comprometida em função de sua baixa resistência ao carvão (MATSUOKA et al., 2005).

Com essa oscilação, novas variedades de cana-de-açúcar passaram a ser desenvolvidas a partir de sementes verdadeiras. Dessa forma, surgiu a variedade Manteiga, resistente à gomose. Esse genótipo foi selecionado a partir de sementes da variedade Caiana (EISENBERG, 1977).

A partir desse período, diversas pesquisas passaram a ser realizadas em diferentes países, desenvolvendo variedades a partir de sementes. Com essa nova técnica, houve um incremento considerável na produção de açúcar.

No ano de 1910, surgiram as duas primeiras estações experimentais de cana-de-açúcar do Brasil: a de Escada, em Pernambuco, e a de Campos, no Rio de Janeiro. Na década de 1920, foi criada a Estação Geral de Experimentação de Barreiros. Em 1925, com a ocorrência do mosaico, foram criadas novas estações experimentais, e a Estação Experimental de Curado, em Recife, recebeu o acervo de Barreiros. Finalmente, o IANE, fundado em 1951, prosseguiu as pesquisas iniciadas na Estação Experimental de Curado (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

Em Alagoas, em 1966, algumas usinas juntamente com o IAA, instituíram a Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Alagoas. (MACHADO et al., 1987). Em 1971, foi criado, pelo IAA, do então Ministério da Indústria e do Comércio, o Planalsucar, com abrangência nacional. Nessa mesma época, foi instalada a Estação de Floração e Cruzamento de Serra do Ouro, em Murici, AL (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

O Planalsucar foi criado com a finalidade de desenvolver e transmitir resultados de pesquisas que buscavam a melhoria da cana-de-açúcar seja no campo ou na usina. Inicialmente instituído na forma de um convênio entre o IAA e as classes produtoras, esse Programa começou a atuar em 1972, com bases regionais e uma reduzida equipe de técnicos. Porém, para atender as necessidades de um setor em constante desenvolvimento, o Planalsucar orientou seus esforços, no sentido de levar ao produtor de cana-de-açúcar, conhecimentos, produtos e serviços gerados pela pesquisa, que resultaram em considerável aumento da produtividade agroindustrial. O Planalsucar se desenvolveu também em função do PROÁLCOOL, cujas metas somente puderam ser alcançadas ou pela incorporação de novas áreas de plantio da cana-de-açúcar, em locais propícios ao cultivo ou pelo aumento da produtividade nas áreas já tradicionalmente produtoras (RIDESA, 2010).

Com a extinção do IAA e, conseqüentemente, a do Planalsucar em 1990, as autoridades brasileiras encerraram o maior programa de melhoramento de cana-de-açúcar do mundo (CESNIK e MIOCQUE, 2004). No entanto, um ano depois, o corpo técnico e a infraestrutura das sedes, coordenadorias e estações experimentais foram absorvidas por universidades federais.

Em 1991, essas Universidades instituíram a RIDESA, a qual, quando criada, propôs um Programa Nacional de Pesquisa e Extensão em cana-de-açúcar e derivados, que contemplava naquele momento os desafios da área tecnológica em face às novas relações internacionais de mercado, problemas agrícolas emergentes, eficiência de industrialização, conscientização da sociedade em relação ao meio ambiente e requerimentos de avanço tecnológico em todas as etapas do processo produtivo, além de assessoramento institucional a órgãos do governo (RIDESA, 2010).

Atualmente, a RIDESA é composta por dez Universidades Federais (UFAL, UFG, UFMT, UFPI, UFPR, UFRPE, UFRRJ, UFS, UFSCar e UFV) e 58% da área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil é ocupada com variedades RB, liberadas por essa rede. Na obtenção de variedades RB, a RIDESA tem como ponto de partida o banco de germoplasma da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, situada em Murici - Alagoas. Por sua localização e clima privilegiados, essa permite o florescimento natural e profuso da cana-de-açúcar necessário para a realização de hibridações previamente planejadas pelos pesquisadores das Universidades da RIDESA. O banco de germoplasma da Serra do Ouro é composto de 2.607 genótipos, provenientes de programas nacionais e internacionais (RIDESA, 2010).

A RIDESA dispõe também da Estação de Floração e Cruzamento de Devaneio, cujo objetivo é complementar as pesquisas dessa rede para obtenção de variedades RB. Situada na cidade de Amaraji – PE, com altitude e clima privilegiado que permite o florescimento natural e exuberante da cana-de-açúcar necessário para a realização de hibridações previamente planejadas pelos pesquisadores das Universidades ligadas a RIDESA. Essa base de pesquisa teve sua origem em 2007, quando pesquisadores da RIDESA da UFRPE desenvolvendo experimentos na região observaram as condições excepcionais para hibridações, e, no mesmo ano, foi feita a introdução de genótipos para formação de mais um banco de germoplasma para a RIDESA, complementar ao de Serra do Ouro. A Estação de Floração e Cruzamento de Devaneio tem como gestora a EECAC da UFRPE. Essa

Estação tem produzido e enviado cariopses para as Universidades da RIDESA nos últimos 3 anos. O banco de germoplasma da Estação de Floração e Cruzamento de Devaneio é composto de 814 genótipos, provenientes de programas nacionais e internacionais (RIDESA, 2010).

A estratégia básica do PMGCA/RIDESA para obtenção de novas variedades RB baseia-se em cruzamentos biparentais, policruzamentos ou autofecundações (Figura 2), de indivíduos superiores, que são realizados visando à seleção de genótipos que apresentem características vantajosas em produtividade agroindustrial e tolerância aos principais estresses - pragas, doenças, secas, geadas, salinidade e florescimento. Após completar todo o processo de fecundação, inicia-se o período de maturação das sementes, coleta das cariopses, secagem, beneficiamento, armazenamento e posterior remessa para as IFES que compõem a RIDESA, as quais, a cada ano, iniciam um novo ciclo de seleção e experimentação de variedades RB (RIDESA, 2010).

Para a realização dos cruzamentos deve ocorrer indução do florescimento na planta e desenvolvimento da panícula. As exigências fisiológicas da planta envolvem o fotoperíodo, que deve ser de dias intermediários a dias curtos e depende de fatores ambientais como latitude, temperatura (exige temperaturas baixas), umidade (déficit hídrico), radiação e qualidade da luz, altitude, nutrição, etc., em combinação e em interação com fatores bióticos, especialmente idade da planta, estágio vegetativo, doenças, etc. (MATSUOKA et al., 1999). Estas condições são observadas na Estação de Floração e Cruzamento de Serra do Ouro, onde ocorre florescimento natural de 90% do germoplasma de cana-de-açúcar.

O programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar da RIDESA é constituído por etapas, numa sequência que vai dos cruzamentos até a liberação de novas variedades RB, o qual, resumidamente envolve as seguintes etapas:

- 1) Cruzamentos – nas estações de Florescimento e Cruzamentos de Serra do Ouro - AL e Devaneio – PE, conforme solicitação das Universidades que compõem a rede;

Figura 2. Cruzamentos (biparentais, policruzamentos e autofecundações) realizados nas Estações de Floração e Cruzamento do PMGCA – RIDESA.



- 2) Semeadura e individualização – semeio de 3g de sementes por caixa e repicagem para 35 plântulas por caixa;
- 3) T1 - Transplântio individual, no campo, com espaçamento de 0,50m x 1,20m e seleção em soca, 1 a 3%;
- 4) T2 – Avaliação e seleção em cana planta e soca, em 2 sulcos de 5m;
- 5) T3 - Avaliação e seleção em cana planta e soca, em 5 sulcos de 10m;
- 6) FM - Fase de multiplicação – Com 10 sulcos de 10m;
- 7) FE - Fase de experimentação – Delineamento em 5 sulcos de 8 metros com 4 repetições;
- 8) CVEC + CM – Avaliação em épocas de corte e curva de maturação;
- 9) Liberação de variedades.

A etapa de seleção é composta pelas fases T1, T2, T3 e FM. A fase T1 corresponde à primeira fase de seleção e inicia-se com a germinação de sementes (cariopses) dos cruzamentos, produção de plântulas, transplântio de mudas para o campo, avaliação e seleção de plantas individuais (touceiras). No Estado do Pernambuco, essa fase é conduzida em cana planta e cana soca com a seleção realizada na soca. Os genótipos são selecionados comparando-se com variedades padrões comerciais de ciclo de maturação para início, meio e final de safra.

Na fase T2 são plantados clones selecionados em T1, em dois sulcos de 5,0 m, intercalados por variedades padrões. A seleção é realizada em cana planta e soca. Os clones selecionados para a fase T3 são plantados em cinco sulcos de 10 m, intercalados por variedades padrões. Na fase FM os clones são plantados em dez

sulcos de 10 m, intercalados pelos padrões para multiplicação. A partir desta fase, é feito intercâmbio com as demais universidades integrantes da RIDESA.

Na fase FE os clones promissores são testados em vários locais e analisados em três ciclos de cultivo. Os delineamentos são em blocos casualizados, com quatro repetições e três ou quatro variedades padrão por bloco. Os experimentos são submetidos a análises individuais e conjuntas, considerando-se os diferentes locais e efeito dos ciclos, utilizando-se o software estatístico SAS, em seguida, é realizado o teste de Tukey para agrupamento das médias.

A área de experimentação do PMGCA/EECAC da UFRPE possui nove subestações experimentais distribuídas nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. A obtenção de novas variedades de cana-de-açúcar continuou a representar um dos fatores que mais contribui para o aumento da produtividade. Para isto, a RIDESA buscou alternativas (variedades precoces, médias e tardias) para os diversos ambientes agroecológicos do Brasil, proporcionando níveis adequados de produtividade nas liberadas pela rede, além de sempre buscar genótipos mais resistentes a doenças graves, como ferrugem marrom e carvão. Como resultado, a tecnologia “variedades RB” vem sendo crescentemente adotada pelos agricultores canavieiros no Brasil e no mundo. Atualmente o acervo varietal da RIDESA conta com 78 variedades apresentando aptidões de cultivo para todo o Brasil (RIDESA, 2010).

Vários fatores são considerados na seleção de clones promissores da cana-de-açúcar. A maturação, que é um deles, é o processo fisiológico de transporte e armazenamento da sacarose nas células parenquimatosas dos colmos. É o momento de acumulação máxima de sacarose e produtos fotoassimilados, nos colmos, que são os órgãos de reserva. É altamente influenciada pelas condições edafoclimáticas e requer, geralmente, de seis a oito meses com altas temperaturas, radiação solar intensa e precipitações regulares para o pleno crescimento vegetativo, seguidos de quatro a seis meses com estação seca e/ou de baixas temperaturas, condições essas desfavoráveis ao crescimento e benéfica ao acúmulo de sacarose (BARBOSA e SILVEIRA, 2010).

Na fase de maturação, ocorrem engrossamento e alongamento das células da parede, aumento sensível da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção da sacarose acumulada, diminuição do alongamento das folhas do colmo e

posterior desprendimento delas. O acúmulo de reservas ocorre da base para o ápice do colmo (DIOLA e SANTOS, 2010).

Diante da importância da cana-de-açúcar para a sociedade, a melhoria de sua prática de cultivo foi um processo natural, cujas bases são históricas. Ao longo de várias décadas, especialistas e pesquisadores foram aprimorando a qualidade da planta, apesar de sua complexa composição genética. No Brasil, três grandes programas de melhoramento da cana-de-açúcar têm sido realizados nas últimas décadas: o da Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), o do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), em Piracicaba – São Paulo, e o programa do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

As variedades desenvolvidas por esses programas respondem hoje por quase todas as variedades de cana-de-açúcar usadas para produzir açúcar e etanol no Brasil. Graças a eles, o País conseguiu aumentar a produtividade da cana em mais de 50% nos últimos 30 anos (LERAYER et al., 2009). Em 1995, a produtividade média da cana no Estado de Pernambuco era da ordem de 49,5 toneladas por hectare (IBGE, 1995), para a safra 2011/2012 há uma estimativa de produtividade de 60 toneladas por hectare, equivalente a um aumento de mais de 33%%.

2.8. Interação genótipo x ambiente

Anualmente, novas variedades de cana-de-açúcar são obtidas pelos programas de melhoramento existentes no Brasil e no mundo.

Uma variedade de cana-de-açúcar, considerada ideal, é aquela que apresenta alta média de produção, mas baixo grau de flutuação em seu desempenho quando submetida a diversas condições ambientais. O comportamento diferencial de genótipos em ambientes distintos, isto é, a interação genótipos por ambientes (G x A), resulta em alterações nas suas classificações em ensaios de competição ou mudanças nos valores das diferenças entre genótipos de um local para outro (SILVA, 2008).

A interação G x A diz respeito às modificações nos desempenhos dos genótipos devido às diferenças de ambiente. Esta se constitui num dos grandes problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação de variedades. Entre as alternativas para minimizar

esse problema está a escolha de variedades com adaptação ampla e boa estabilidade (BORÉM, 2001).

A presença de interação $G \times A$, nas fases iniciais dos programas de melhoramento, pode inflacionar as estimativas de variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos esperados. Nas fases finais dos programas, os ensaios são conduzidos em vários ambientes (locais, anos e/ou épocas), possibilitando o isolamento deste componente de variabilidade. Na maioria das vezes, a presença dessa interação faz com que os melhores genótipos num local não o sejam em outros, dificultando a recomendação de novas variedades para todos os ambientes avaliados. Por outro lado, interações positivas associadas com características previsíveis do ambiente oferecem oportunidade de rendimentos mais elevados, tirando-se proveito desta interação (DUARTE e VENCOVSKY, 1999).

Em programas de melhoramento genético quando o objetivo é selecionar genótipos produtivos em um amplo espectro de ambientes, é interessante que haja interação $G \times A$ de baixa magnitude ou com efeito não significativo. Para seleção de genótipos altamente adaptados a ambientes específicos preferem-se situações de grande interação $G \times A$ (KVITSCHAL, 2003). Entretanto, Borém (2001) ressalta que as condições ambientais são bastante flutuantes e deve-se ter muita cautela na indicação de variedades com comportamento superior em ambientes muito específicos, mas medíocre em outros.

Efeitos significativos de interações $G \times A$ aumentam o grau de dificuldade no sentido de identificar os genótipos superiores com ampla adaptabilidade na seleção e indicação de variedades. Para diminuir os efeitos da interação $G \times A$ é necessário conduzir os experimentos no maior número possível de locais e anos, avaliando-se a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e recomendação de variedades (SILVA e DUARTE, 2006).

As interações podem ocorrer entre genótipos \times locais, genótipos \times cortes (anos de colheita) e genótipos \times locais \times cortes. Kimbeng et al (2009) identificaram a interação genótipos \times cortes em cana-de-açúcar como o componente de variância mais importante nas análises. Esses pesquisadores recomendam aumentar o número de anos de cultivo sobre os quais os genótipos são testados como uma forma de se obter ganhos substanciais na seleção.

Normalmente, o processo utilizado para a avaliação das interações genótipos \times ambientes é a análise conjunta de variâncias, na qual a estrutura da análise

possibilita a estimação da magnitude da interação genótipos x ambientes que poderia ser confundida com a variância devido a genótipos, a qual é obtida na análise individual (por ambiente). Se os ambientes onde os experimentos forem instalados, representarem, realmente, uma área adequada à cultura, a variância genética devida a genótipos, sem a devida interação com ambientes, seria mais indicada para expressar de fato a variação disponível ao melhoramento (LAVORANTI, 2003).

A partir da identificação da interação G x A significativa, deve-se efetuar análise de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Para isso, pode-se utilizar uma das diversas metodologias propostas, desde que seja a mais adequada aos objetivos do programa de melhoramento, pois essas análises permitem a identificação de genótipos de comportamentos previsíveis e responsivos às variações ambientais sob condições específicas ou amplas (CRUZ et al., 2004).

Com a realização de pesquisas com melhoramento genético é possível se obter ganhos de até 30% na produtividade e na recuperação de quilogramas de açúcar por tonelada de cana, segundo Barbosa et al (2000).

Segundo Landell et al (1999), variações consideráveis na tonelada de cana e de pol por hectare foram observadas com mudança de ambientes. Estes, a partir de 1983, realizaram estudos em diversas regiões produtoras de cana-de-açúcar e constataram a interação genótipo x ambiente.

2.9. Adaptabilidade e estabilidade

Com relação às diversas metodologias utilizadas para a condução de análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, encontram-se, na literatura, diversos conceitos sobre esses termos. Dentre os mais aceitos, está o de Verma et al (1978), os quais definem a adaptabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis e, além de também apresentarem, habilidade de responder positivamente às condições ambientais favoráveis.

Enquanto isso, Mariotti et al (1976) definem a estabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem comportamentos previsíveis em relação às variações ambientais.

O estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-

açúcar tem sido realizado a partir da condução de experimentos em diversos ambientes, normalmente, em áreas de usinas e destilarias (FERREIRA et al., 2005). Nesses experimentos, os genótipos que estão sob a avaliação são adicionados de uma a três variedades comerciais (testemunhas), que servem como referência para a seleção dos novos clones.

Os dados das variáveis submetidos às análises, normalmente, são médias de três colheitas. No entanto, com dados médios de duas e três medidas é possível se identificar, com segurança, a superioridade de um genótipo sobre outro, considerando-se as variáveis TCH e TPH (FERREIRA et al., 2005). Entretanto, a indicação de variedades para cultivo comercial levando-se em conta somente a média do genótipo pode favorecer aqueles que se sobressaem nos melhores ambientes e não os mais adaptados às variações do ambiente.

Por esse motivo, as análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica tornaram-se ferramenta importante na seleção dos genótipos superiores para ambientes distintos (MURAKAMI et al., 2004).

Dentre as metodologias utilizadas para a condução de tais análises, encontram-se na literatura, análises de variância, regressão linear, regressão não linear, análise multivariada e estatísticas não paramétricas (CRUZ et al., 2004). Apesar de todas essas opções, são preferidos pelos pesquisadores modelos estatísticos que permitem uma fácil interpretação dos resultados e que simultaneamente tornam possível a identificação dos genótipos superiores com os respectivos graus de adaptação e estabilidade fenotípica (MURAKAMI et al., 2004). Algumas metodologias permitem, inclusive, dividir os efeitos da interação $G \times A$ em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação $G \times A$ total (ROCHA, 2002). Contudo, além disso, a escolha do método deve levar em consideração o tipo de dados experimentais, o número de ambientes envolvidos na avaliação, a precisão requerida e o tipo de informação desejada (CRUZ et al., 2004).

Com a adaptabilidade podemos identificar os clones de cana-de-açúcar com maior precisão para recomendá-los para os mais diversos ambientes, podendo assim melhorar o rendimento desses. Com a estabilidade temos uma constante no rendimento de produção ao longo das safras (ZENI NETO, 2007). Baseado nessas considerações, verifica-se na literatura o uso frequente do método de Eberhart e Russel (1966), o qual está descrito a seguir.

2.9.1. Método de Eberhart e Russel (1966)

O método proposto por Eberhart e Russel (1966) tem sido amplamente utilizado para a condução de análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de grupos de genótipos distintos, avaliados em ambientes contrastantes. O método baseia-se em uma análise de regressão linear simples, por meio da qual se estima uma equação de regressão ($Y = a + bx$) para cada genótipo avaliado (CRUZ et al., 2004).

Esse método foi expandido do modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963), sob o aspecto de que tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo, em relação ao índice ambiental, quanto os desvios desta regressão, proporcionam estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade.

Neste método, foi adotado o seguinte modelo de regressão linear descrito pelos pesquisadores Cruz et al (2004): $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \sigma^2_{ij} + \varepsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; β_{0i} é a média geral do genótipo i ; β_{1i} é o coeficiente de I_j , regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo quanto à variação do ambiente; I_j é o índice ambiental codificado; δ_{ij} é o desvio da regressão, estimado por σ^2_{di} ; e ε_{ij} é o erro experimental médio.

Nesta metodologia, o índice ambiental é a variável independente e a característica a ser avaliada em cada genótipo (por exemplo: produtividade) em valor médio, em cada ambiente, corresponde à variável dependente.

De acordo com essa condição, a adaptabilidade do genótipo é estimada por meio do coeficiente de regressão (β_{1i}) e pela média do caráter e , a estabilidade, por sua vez, é estimada a partir da variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}). A metodologia considera como genótipo ideal àquele que apresenta elevada produção média, coeficiente de regressão igual a 1 (um) e desvio de regressão estatisticamente igual a 0 (zero). O ajuste dessas equações de regressão é verificado por meio da estimativa dos coeficientes de determinação (R^2), o qual é o obtido por meio da razão entre a soma de quadrados da regressão linear e a soma de quadrados da interação $G \times A$. Dessa forma, quanto maior o coeficiente de determinação, mais ajustada é a equação de regressão (SILVEIRA, 2011).

Essa metodologia permite que os genótipos sejam classificados em relação à adaptabilidade, podendo essa ser ampla ou específica. Genótipos com adaptabilidade ampla são aqueles cujo coeficiente de regressão (β_{1i}) é igual a 1

(um). Quando os coeficientes de regressão (β_{1i}) diferem de 1 (um), significa que o genótipo possui adaptação específica, podendo essa ser a ambientes favoráveis ($\beta_{1i} > 1$) ou a ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i} < 1$). Por outro lado, a magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) servem de parâmetro para a previsibilidade da produção do genótipo, ou seja, a estabilidade fenotípica (CRUZ et al., 2004).

2.10. Divergência Genética

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações e possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasmas (CRUZ e CARNEIRO, 2003), pois geram informações úteis para a preservação e o uso dos acessos (TOQUICA et al., 2003).

A estimativa da divergência genética é de grande importância para os programas de melhoramento genético, pois esta pode fornecer parâmetros para a identificação de progenitores, adequados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação em recombinações, possibilitando, assim, o aparecimento de genótipos transgressivos, permitindo também, a seleção de maior número de clones promissores. A utilização da distância genética por meio de características fenotípicas representa uma técnica auxiliar de grande importância para os programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis.

Em cana-de-açúcar esses estudos assumem fundamental importância, pois com o passar dos anos as variedades comerciais apresentam sérios declínios nos rendimentos agrícolas e industriais (MAMEDE et al., 2002). Assim sendo, é muito importante se avaliar a divergência genética entre genótipos promissores e variedades comerciais amplamente cultivadas, que já apresentem um conjunto de genes de interesse, de forma que, através de cruzamentos direcionados aumente-se a possibilidade de obtenção de materiais genéticos superiores.

A divergência genética pode ser avaliada através de métodos preditivos que levam em consideração caracteres agronômicos, bioquímicos, morfológicos e moleculares. No caso específico da cana-de-açúcar, a divergência genética pode ser estimada avaliando-se as seguintes características: altura da planta, perfilhamento,

tipo de despalhe, diâmetro e número de colmos, comprimento de entrenós, tipo de gemas, TCH, TPH, BRIX, PCC, entre outros (SHIMOYA et al., 2002).

1.10.1 Medida de dissimilaridade

As estimativas de dissimilaridade atendem aos objetivos do melhorista por quantificarem e informarem sobre o grau de semelhança ou diferença entre os pares de indivíduos. Entretanto, quando o número de acessos é relativamente grande, torna inviável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo exame visual das estimativas de distância. Devido a isso, os acessos semelhantes são reunidos com o uso de técnicas de agrupamento ou de projeções de distâncias em gráficos bidimensionais, em que cada coordenada é obtida a partir da medida de dissimilaridade escolhida. A união se dá pela classificação dos acessos em vários grupos, de forma que exista homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos. Ou seja, o grupo original é dividido em vários grupos seguindo o critério de similaridade ou de dissimilaridade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Entre as medidas de dissimilaridade mais utilizadas nos estudos de divergência genética está a Distância Generalizada de Mahalanobis. A Distância Generalizada de Mahalanobis (D_2) é uma das mais indicadas para análises de dados quantitativos, pois considera as matrizes de variâncias e covariâncias residuais existentes entre as características analisadas, quantificando a contribuição relativa das características para a divergência genética (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Os dados das estimativas de distância entre cada par de genótipos estudados são apresentados em uma matriz simétrica e a partir dessa, a visualização e a interpretação das distâncias podem ser facilitadas pela utilização de um método de agrupamento.

2.10.1.1. Distância Generalizada de Mahalanobis

A Distância Generalizada de Mahalanobis considera a matriz de covariância (Ψ) para o cálculo das distâncias, considerando também a estrutura de correlação existente nos dados (ALBUQUERQUE, 2005), ou seja, considera as variâncias e covariâncias residuais existentes entre as características mensuradas, quando o experimento se encontra sob delineamento experimental (AMORIM et al., 2007).

Essa distância, normalmente utilizada para estabelecer a distância genética entre pares de genótipos, também pode ser usada como técnica de comparação na separação entre diversos grupos, permitindo, desta forma, avaliar a extensão e a direção dos afastamentos entre os valores médios das variáveis usadas na discriminação.

As diferenças entre cada par de grupos que estão sendo comparados são, assim, examinados simultaneamente por meio das diversas variáveis, que podem ser correlacionadas, de modo que, a informação fornecida por uma delas pode não ser independente da fornecida pelas demais (REIS, 1997).

O valor numérico da maior separação possível entre dois grupos quaisquer é chamado distância generalizada entre os grupos e mede, em escala independente da originalmente utilizada para as várias variáveis, a clareza das disjunções entre elas. Assim, o valor da distância generalizada D^2 , ligando dois grupos, é um número puro, com propriedades da distância comum, e mede a extensão com que diferem entre si em tamanho e forma (ALBUQUERQUE, 2005).

A Distância Generalizada de Mahalanobis entre dois grupos é calculada por meio da expressão: $D_{ii}^2 = \delta' \Psi^{-1} \delta$, onde: D_{ii}^2 : é a distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i' ; Ψ : matriz de variâncias e covariâncias residuais; informação necessária apenas para o cálculo da distância de Mahalanobis (CRUZ e CARNEIRO, 2006). $\delta = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_v]$, sendo: $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$; d_v = representa a diferença entre médias de dois genótipos i e i' para uma dada característica j ; Y_{ij} : é a média do i -ésimo genótipo em relação a j -ésima variável.

Para o cálculo da Distância Generalizada de Mahalanobis, D^2 , supõe-se a existência de distribuição multinormal dimensional e de homogeneidade da matriz de covariância residual das unidades amostrais, restringindo-se, portanto, o seu uso. Entretanto, considerável robustez para violação dessas hipóteses já foi demonstrada, o que faz da distância de Mahalanobis uma opção de grande utilidade, principalmente pelo fato de D^2 ter analogia com outras técnicas multivariadas (CRUZ e REGAZZI, 2001).

A distância de Mahalanobis considera a variabilidade dentro de cada unidade amostral, e não apenas a medida de tendência central, sendo, portanto, uma medida mais aceitável, quando as unidades amostrais constituem um conjunto de indivíduos e, principalmente, quando as variáveis são correlacionadas (RIBOLDI, 1986).

Este método de representação de diferenças entre grupos leva em consideração qualquer correlação que exista entre as variáveis utilizadas, e é também independente das unidades de medida com que as variáveis estão expressas (ALBUQUERQUE, 2005).

2.10.2. Métodos de agrupamento

Há diversos métodos de agrupamento, que se distinguem pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado ou entre dois grupos quaisquer.

O teste aglomerativo de Scott & Knott (1974) visa à separação de médias de tratamentos em grupos distintos, através da minimização da variação dentro e maximização da variação entre grupos. Os resultados são facilmente interpretados devido à ausência de ambiguidade (FARIA, 2009).

Os métodos de agrupamento podem ser divididos em grupos, os de otimização e os hierárquicos. Nos métodos de otimização os grupos são formados pela adequação de algum critério de agrupamento, ou seja, o principal objetivo é alcançar uma partição dos indivíduos que otimize (maximize ou minimize) alguma medida pré-definida.

Nos métodos hierárquicos, os indivíduos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama de árvore. Neste caso, não há preocupação com o número ótimo de grupos, uma vez que o interesse maior está na “árvore” e nas ramificações que são obtidas (FARIA, 2009).

2.10.2.1. Método Hierárquico de Ligações Médias - UPGMA

Os métodos hierárquicos são empregados em grande escala pelos melhoristas de plantas, destacando-se o método de ligação média entre grupos, UPGMA (CRUZ e REGAZZI, 2001). O UPGMA é um método não ponderado de agrupamento aos pares, utilizando médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (máximo e mínimo) entre os genótipos considerados (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

2.10.2.2. Método de Otimização de Tocher

Entre os métodos de otimização mais utilizados na área de melhoramento vegetal destaca-se o de Tocher (CRUZ e REGAZZI, 2001). Este método se baseia na identificação do par mais similar dentro da matriz de similaridade, isto é, aquele com menor estimativa de distância. Esses indivíduos formarão o primeiro grupo e a partir desse, é avaliada a possibilidade de inclusão de novos indivíduos no grupo, adotando o critério de que a distância média intragrupo deve ser menor que a distância média intergrupo (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

O critério de inclusão do indivíduo k no grupo tem por base verificar se a distância deste indivíduo em relação ao grupo, dividida pelo número de indivíduos que já o constitui, é inferior ao máximo permitido, ou seja:

- Se o quociente de $d(\text{grupo}) k / n \leq \theta$, inclui-se o indivíduo k no grupo;
- Se o quociente de $d(\text{grupo}) k / n > \theta$, o indivíduo “ k ” não deve ser incluído no grupo.

Em que: k = número de indivíduos que constitui o grupo original;

θ = limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para formação ou inclusão de um novo elemento no grupo (valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada indivíduo).

Nesse caso, a distância entre o indivíduo k e o grupo formado pelos indivíduos ij é dada por: $d(ij)k = dik + djc$.

Nesta pesquisa foi aplicado o método hierárquico de ligações médias, UPGMA, e o método de otimização de Tocher.

2.10.3. Dendrograma

Os agrupamentos são feitos utilizando-se todas as variáveis disponíveis e representados de maneira bidimensional através de um dendrograma (diagrama bidimensional em forma de árvore).

O dendrograma ilustra as fusões ou partições efetuadas em cada nível sucessivo do processo de agrupamento, no qual um eixo representa os indivíduos e o outro eixo representa as distâncias obtidas após a utilização de uma metodologia de agrupamento. Os ramos da árvore fornecem a ordem das $(n-1)$ ligações, em que

o primeiro nível representa a primeira ligação, o segundo a segunda ligação, e assim sucessivamente, até que todos se juntem (FARIA, 2009).

No dendrograma estão dispostas linhas ligadas segundo os níveis de similaridade (ou dissimilaridade), que agruparão indivíduos ou grupos de indivíduos (EVERITT, 1993; LANDIM, 2001).

De forma geral, os dendrogramas apresentam estruturas de agrupamentos de objetos homogêneos. Entretanto, a falta de critérios objetivos para se determinar o ponto de corte no dendrograma (número ótimo de grupos) ainda é um problema em estudos que utilizam a análise de agrupamentos. Nos métodos hierárquicos os indivíduos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama de árvore. Neste caso, não há preocupação com o número ótimo de grupos, uma vez que o interesse maior está na “árvore” e nas ramificações que são obtidas (FARIA, 2009).

2.11. Rentabilidade bruta

Na formação do preço da tonelada da cana-de-açúcar por hectare considera-se o sistema de pagamento da cultura pelo teor de sacarose, com critérios técnicos que avaliam a qualidade da matéria prima entregue pelos plantadores às indústrias, sob os quais se determina o preço a ser pago ao produtor rural. Por esse sistema, o valor da cana-de-açúcar se baseia no chamado Açúcar Total Recuperável (ATR), que corresponde à quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial, e nos preços do açúcar e etanol vendidos pelas usinas nos mercados interno e externo.

Esse preço (rentabilidade bruta) corresponde ao valor da cultura em reais por hectare (R\$/ha), calculado através do produto das variáveis TCH, ATR e do preço médio do quilograma de ATR (R\$/kg ATR) nas referidas safras (SOUZA, 2011).

Para o preço médio do ATR considerou-se o preço referencial bruto do quilograma do ATR no Estado divulgado pelo Departamento Técnico da Associação dos Fornecedores de Cana de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. A. **Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis)**. Dissertação (Mestrado em Biometria) - Departamento de Física e Matemática, UFRPE, 2005. 62 f. il., tabs.

ALMEIDA, M.; CRÓCOMO, O. J. **Caracterização bioquímica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*, isoenzimas**. Proteína solúvel e valor brix, Scientia agrícola, set/dez, 1994. 51 (3), p. 422-429.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. **Divergência genética em genótipos de girassol**. Ciência e Agrotecnologia, 2007. v. 31, n. 06, p. 1637-1644.

BARBOSA, G. V. S.; SOUZA, A. J. R.; ROCHA, A. M. C.; RIBEIRO, C. A. G.; FERREIRA, J. L. C.; SOARES, L.; CRUZ, M. M.; SILVA, W. C. M. **Novas variedades RB de cana-de-açúcar para Alagoas**. UFAL, Maceió, 2000. Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, (Boletim Técnico 1). 16 p.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético e recomendação de cultivares**. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (eds.). Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologias e perspectivas. Viçosa, 2010. 577 p.

BASSINELO, A. I.; ABRAHÃO, J. 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: Congresso Nacional da STAB. 3, e CONVENÇÃO DA ACTALAC, 5. Anais. São Paulo: STAB. 1984. p. 206-214.

BERTELLI, L. G. **A Verdadeira História do Proálcool**. Departamento de Infraestrutura da Fiesp. O Estado de S. Paulo, 2010.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3.ed. - Viçosa: UFV, , 2001. 500 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. - Viçosa: UFV, 2005. 525 p.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

BRASIL - **Legislação Brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília: MA/SDR/SNPCC, 1998. 115 p.

BROWN, A. H. D.; DANIELS, J.; LATTER, B. D. H. **Quantitative genetics of sugarcane**. II. Correlation analysis of continuous characters in relation to hybrid sugar cane breeding. Theoret. Appl. Genetics, 1969. v. 39, p.1-10.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CASTRO, P, R.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. p.13-46.

CASTRO, S. B.; ANDRADE, S. A. C. **Tecnologia do açúcar**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 382 p. 2007.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de cana-de-açúcar - safra 2011/2012, segundo levantamento, agosto/2011**. Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2011.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, 2,ed, Viçosa: UFV, 2001. 309 p.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2. Ed. rev. – Viçosa: Ed. UFV, 2006. 585 p.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

DIOLA, V.; SANTOS, F. **Fisiologia**. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (eds.) Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologias e perspectivas. Viçosa, 2010. 577 p.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise “AMMI”**. FUNPEC. Ribeirão Preto, 1999. 60 p.

DUTRA FILHO, J. A. **Avaliação da variabilidade fenotípica e genética em genótipos de cana-de-açúcar utilizando marcadores moleculares RAPD e SSR**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Área de Concentração Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010. 153 p.

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

EISENBERG, P. L. **Modernização sem mudança: A indústria açúcareira em Pernambuco, 1840/1910**. Editora Paz e Terra. Campinas, 1977. 294 p.

EVERITT, B. S. **Cluster analysis**. 3ª ed. London: Heinemann Educational Books, 1993. 122 p.

FARIA, P. N. **Avaliação de métodos para determinação do número ótimo de clusters em estudo de divergência genética entre acessos de pimenta**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2009. 65 p.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. **The analysis of adaptation in a plant-breeding programme**. Australian Journal of Agricultural Research, 1963. v.14, p.742-754.

FERREIRA, A.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; BASSINELLO, A. I.; SILVA, M. F. **Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2005. v. 40, p. 761-767.

GHELLER, A. C. A.; GARCIA, A. A. F.; MENDES, J. M. **Variedades RB: Comportamento de variedades comerciais e clones promissores na Região**

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Norte do Estado de São Paulo, em três épocas de colheita. In: 6^o CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6. Maceió/AL, Anais... Maceió/AL. STAB, 1995. p.181-187.

INFOESCOLA – navegando e aprendendo, 2009. **Ciclo da cana-de-açúcar.** Disponível em: <http://www.infoescola.com/historia/ciclo-da-cana-de-acucar/>. Acesso em 13 nov, 2011.

JUNQUEIRA, A. A. B.; DANTAS, B. **A cana-de-açúcar no Brasil.** In: MALAVOLTA, E. et al., (eds). Cultura e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1964. p. 27-60.

KIMBENG, C. A.; ZHOU, M. M.; SILVA, J. A. **Genotype x environment interactions and resource allocation in sugarcane yield in the Rio Grande Valley Region of Texas.** Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists, 2009. v. 29, p. 11-24.

KVITSCHAL, M. V. **Avaliação da estabilidade e da adaptabilidade de clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003. 141 p.

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, 1999. v. 58, n. 2, p.1-13.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. **Melhoramento Genético, Caracterização e Manejo Varietal.** In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A et al. **Cana-de-Açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação – IAC, 2008. p. 791-882.

LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A.; CAMPANA, M. P.; PRADO, H. **Matriz de ambientes aplicada ao manejo varietal em cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 2008.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

LANDIM, P. M. B. **Geologia Quantitativa: Introdução à análise estatística de dados geológicos multivariados.** (Livro em CD-ROM). Rio Claro, SP, 2001.

LAVORANTI, O. J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “bootstrap” no modelo AMMI.** Tese (Doutorado em Agronomia). USP/ESALQ. Piracicaba, 2003. 166 p.

LERAYER, A.; VILLARI, A. C.; MARQUES, D.; ROMANO, E.; BEAUCLAIR, E. G. F de.; FERRO, J.; MENOSSE, M.; MATSUOKA, S. **Conselho de Informações sobre Biotecnologia – CIB. Guia da cana-de-açúcar.** Avanço científico beneficia o País. Setembro, 2009.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. **A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data.** Canadian Journal of Plant Science, 1988. v.68, p. 193-198.

MACHADO, G. R.; SILVA, W. M.; IRVINE, J. E. **Sugarcane breeding in Brazil: the Copersucar program.** p. 217-232. *In: Copersucar Int, Sugarcane Breeding Workshop.* Copersucar, São Paulo, 1987.

MAHALANOBIS, P. C. **On the generalized distance in statistic.** Proceedings of the National Institute of Science, 1936. v. 2, n.1, p. 9-55.

MAMEDE, R. Q.; BASSINELO, A. I.; CASA GRANDE, A. A.; MIOQUE, J. Y. J. **Potencial produtivo de clones RB de cana-de-açúcar no município de Nova Europa – SP.** *STAB: açúcar, álcool e subprodutos*, 2002. 20: 32-35.

MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. **Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I.** Inte-racciones dentro de una localidad experimental. *Revista Agronómica del Nordeste Argentino*, 1976. v.13, p.105-127.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. **Melhoramento da cana-de-açúcar.** *In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas.* Viçosa: UFV, 2005. p. 205-274.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. **Melhoramento de cana-de-açúcar**. In: BORÉM, A. (ed) Melhoramento das espécies cultivadas. 2.ed, Editora UFV. Viçosa, 1999. p. 226-274.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F.; BRESSIANI, J.; MACCHERONI, W. **Hibridação da cana-de-açúcar**. In: BORÉM, A. (Ed.). Hibridação artificial de plantas. Viçosa: UFV, 2009. 2. ed, p. 251-304.

MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. **Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade**. Ciência Rural, 2004. v. 3, p. 71-78.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C. D.; CAMPANA, A. C. M.; TOMAZ, R. S.; SALGADO, C. C.; FERREIRA, R. P. **Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica**. Pesquisa agropecuária brasileira, 2009. v. 44, n. 3, p. 263-269.

PEIXOTO, A. A. **Considerações sobre a história e genética da cana-de-açúcar, é uma tese sustentada em 1842**. Brasil açucareiro, 1973. v. 82, n. 5.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4 ed. Lavras: UFLA, 2008. 464 p.

RAO, C. R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons, 1952. 390 p.

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO – RIDESA. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. RIDESA, Curitiba, 2010. 136 p

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa: Edições Silabo, 1997. 342 p.

RIBOLDI, J. **Análise de agrupamento “Cluster Analysis”**. (Monografia) ESALQ/USP, Piracicaba, 1986. 49 p.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Tese (Doutorado – Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, 2002. 173 p.

ROCHECOUSTE, E. **Weed control in sugar cane**. Réduit: Mauritius Sugar Industry Research Institute, 1967. 117 p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. **A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance**. *Biometrics*, 1974. v. 30, n. 2, p. 507-512.

SHIMOYA, A.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, R. P.; PEREIRA, A. V.; CARNEIRO, P. C. S. **Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elfante**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2002. 37: 971-980.

SILVA, M. A. **Interação genótipo x ambiente e estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar em ciclo de cana de ano**. *Bragantia*, Campinas, 2008. v.67, n.1, p.109-117.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. **Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2006. v. 41, p. 23-30.

SILVEIRA, L. C. I. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado - Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade - UFPR. Curitiba, 2011. 60 p.

SIMMONDS, N. W. **Sugarcane**. In: *Evolution of crop plants*. London, Longman Group Limited, 1979. p. 104-108.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T.; CHAVES, A.; LIMA, R. O. R. **Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária - Boletim Técnico, 2005. 28 p.

SKINNER, J. **Selection in sugarcane: a review**. *Proceedings of The International Society of Sugar Cane Technologists*, 1971. 14, 149-162.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

SOKAL, R. R.; MICHENER, D. **A statistical method for evaluation systematic relationships**. University of Kansas Scientific Bulletin, 1958. n. 38, p. 1409-1438.

SOUZA, P. H. N. **Avaliação do comportamento agroindustrial de clones e cultivares de cana-de-açúcar na Região Central de Pernambuco**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2011. cap. II, 104 p.

TEW, T. L.; COBILL, R. M. **Melhoramento genético da cana de açúcar (*Saccharum spp.*) Como cultura energética**. In: Vermerris, W. (Ed.): melhoramento genético das culturas de bioenergia. Nova Iorque: Springer, 2008. p. 249-272.

TOLER, J. E.; BURROWS, P. M. **Genotypic performance over environmental arrays: A non-linear grouping protocol**. Journal of Applied Statistics, 1998. v. 25, n. 1, p. 131-143.

TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M. C.; TOHME, J. **Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon Department in Colombia. Characterization by AFLPs of *Capsicum***. Genetic Resources and Crop Evolution 2003. v. 50, n. 6, p. 639-647.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. **Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification**. Theoretical Applied Genetics, 1978. v. 53, p. 89-91.

WIKIPÉDIA - a enciclopédia livre. **Crise do petróleo**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Crise_do_petroleo. Acesso em 20 dez, 2011.

ZENI NETO, H. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones RB (República do Brasil) precoces de cana-de-açúcar no Estado do Paraná**. Dissertação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal. Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2007. 78 p.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, A. J.; GAUCH, H. G. **Statistical analysis of a yield trial.** Agronomy Journal, 1988. v.80, p. 388–393.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL DE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Agroindustrial performance of RB sugarcane clones in the state of Pernambuco**Resumo**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, cuja cultura interage com os mais variados ambientes. A substituição de variedades tem contribuído bastante para um eficiente aumento na produtividade. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o comportamento agroindustrial e a rentabilidade bruta de 11 clones RB de cana-de-açúcar, na fase final da experimentação, em microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco - Brasil, por três colheitas consecutivas. Os experimentos foram instalados em cinco usinas, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas com cinco sulcos de oito metros com espaçamento de 1,0 m. Os resultados foram submetidos a análises de variâncias e ao agrupamento de médias pelo teste de Scott e Knott e estudos da rentabilidade bruta dos genótipos. Em cada corte foram mensuradas as variáveis tonelada de pol por hectare (TPH), tonelada de cana por hectare (TCH); Pol% corrigido (PCC), fibra (FIB), pureza (PZA) e açúcar total recuperável (ATR). Os genótipos RB de cana-de-açúcar que apresentaram maiores produtividades para Pernambuco foram RB002504, G6 e G9; para o ambiente I, G11 e RB002504 para o ambiente II, G9 e G6 para o ambiente III, G3 para o ambiente IV e G6 para o ambiente V.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, interação G x A, melhoramento vegetal.

Abstract

Brazil is the world's largest producer of sugarcane, whose culture interacts with the most varied environments. The replacement of varieties has contributed greatly to an effective increase in productivity. The objective of this research was to evaluate the agroindustrial behavior and gross profit of 11 RB sugarcane clones, in the final phase of experimentation, in sugarcane micro-regions of Pernambuco, State - Brazil, for three consecutive harvests. The experiments were conducted on five sugar mills, using the experimental design of randomized blocks with four replications and plots with five eight-meter furrows with spacing of 1.0 m. The results were subjected to analysis of variance, grouping of average by Scott and Knott test and studies of the gross profitability of the genotypes. In each section the variables were measured ton of pol per hectare (TPH), ton of cane per hectare (TCH), Pol% corrected (PCC), Fiber (FIB), Purity (PZA) and total recoverable sugar (TRS). The RB genotypes of sugarcane that had higher yields to Pernambuco State were RB002504, G6 and G9, in the environment I, RB002504 and G11 in the environment II, G6 and G9 in the environment III, G3 in the environment IV and G6 in the environment V.

Index terms: *Saccharum spp*, interaction G x E, plant breeding.

Introdução

A cana-de-açúcar é cultivada principalmente como matéria-prima fornecida a um complexo industrial com a finalidade de produzir açúcar, etanol e inúmeros derivados como utilidades alimentícias, energia

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade... elétrica e indústria química. Esta representatividade como importante fonte de divisas para a economia do País está consubstanciada nas exportações de açúcar e etanol, principalmente para os mercados europeu e norte-americano (SIMÕES NETO et. al., 2005), nos colocando como líder mundial no setor sucroenergético.

A Zona da Mata de Pernambuco possui uma extensa área agrícola com variações edafoclimáticas expressivas, tradicionalmente ocupada pela cultura canavieira. Objetivou-se, nesta pesquisa, avaliar a variabilidade genética de algumas características da planta e o desempenho agroindustrial de genótipos RB de cana-de-açúcar, da série 2000, em fase final de experimentação, em diferentes ambientes do Estado, por três colheitas consecutivas.

Os procedimentos estatísticos constituíram-se de análise da variância para cada corte seguida de análise conjunta entre os três cortes (cana planta, soca e ressoca), e, posteriormente, a análise conjunta dos três cortes nos cinco ambientes, considerando-se as médias dos valores estatísticos de cada ambiente, para avaliar as significâncias das interações genótipo x corte, genótipo x locais e genótipos x cortes x locais, estimando também alguns parâmetros genéticos e suas médias agrupadas através do teste Scott e Knott (1974). Foram realizadas análises de viabilidade econômica dos materiais através do cálculo da rentabilidade bruta da cana-de-açúcar, nas referidas safras, em cada ambiente, com base no valor do quilograma do açúcar total recuperável (ATR) e da tonelada de cana por hectare (TCH). Para o preço médio mensal do ATR considerou-se o preço referencial bruto do quilograma do ATR no Estado divulgado pelo Departamento Técnico da Associação dos Fornecedores de Cana de Pernambuco.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em microrregiões canavieiras do estado de Pernambuco, em áreas agrícolas das seguintes unidades produtoras parceiras do PMGCA/UFRPE/RIDESA: Usina Bom Jesus; Usina Cucaú; Usina Maravilhas; Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty (Tabela 1).

Os delineamentos experimentais utilizados foram em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 5 sulcos de 8 m, com espaçamento de 1,0 m entre linhas.

Foram avaliados 11 clones RB de cana-de-açúcar, da série 2000, e duas variedades comerciais, RB863129 e SP79-1011 (Tabela 2). Estes experimentos constituíram a fase final de avaliação de clones do PMGCA da UFRPE, vinculado a RIDESA. A implantação dos experimentos foi realizada entre os meses de julho e agosto de 2006, com densidade média de 18 gemas por metro linear de sulco. Foram retiradas amostras de solo em cada ambiente para análise, sendo realizadas as correções e a adubações de acordo com a recomendação atual para o Estado de Pernambuco (CAVALCANTI, 1998).

Os dados das variáveis foram coletados durante as colheitas realizadas aos 15 meses após o plantio e aos 12 meses após o primeiro e o segundo corte, nas safras agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. Foram estimadas as variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA e ATR. A produtividade foi obtida efetuando-se a pesagem de cada parcela para cálculo do TCH por meio da equação: peso da parcela x 10/área útil da parcela. O TPH foi obtido por meio da expressão $TCH \times PCC/100$ (OLIVEIRA et. al., 2008), sendo o PCC obtido a partir da análise de 10 colmos, amostrados aleatoriamente dentro de cada parcela. As variáveis PCC, FIB, PZA e ATR, foram calculadas de acordo com a metodologia apresentada por Fernandes (2003).

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Tabela 1. Identificação das coordenadas geográficas, classes dos solos e localização dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos com 13 genótipos de cana-de-açúcar, no estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Ambiente	Município	Usina	Coordenada geográfica			Classe do solo
			Latitude (S)	Longitude (WGr)	Altitude (m)	
I	Cabo de St. Agostinho	Usina Bom Jesus	08° 17' 12"	35° 02' 06"	29	LAd
II	Rio Formoso	Usina Cucaú	08° 39' 49"	35° 09' 31"	5	LAd
III	Goiana	Usina Maravilhas	07° 33' 38"	35° 00' 09"	13	Eko
		Usina Central				
IV	Camutanga	Olho D'Água	07° 24' 25"	35° 16' 28"	98	PAc
V	Joaquim Nabuco	Usina Pumaty	08° 37' 28"	35° 32' 00"	152	PAd

LAd - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico

Eko - Espodossolo Humilínio Órtico

PAc - Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico

PAd - Argissolo Amarelo Distrófico

Tabela 2. Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados nos experimentos, em Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência.

Clones/variedades	Genitores		Procedência
	Masculino	Feminino	
RB002504*	SP80-1816	?	RIDESA
G2**	CB47-355	RB75126	RIDESA
G3**	SP79-2313	?	RIDESA
G4**	Co419	?	RIDESA
G5**	IAC68-12	?	RIDESA
G6**	RB835205	?	RIDESA
G7**	RB732577	SP79-1011	RIDESA
G8**	B42231	?	RIDESA
G9**	SP79-1011	RB732577	RIDESA
G10**	RB865554	MY55-14	RIDESA
G11**	SP80-185	Q126	RIDESA
RB863129***	RB763411	?	RIDESA
SP79-1011***	NA56-79	Co775	COPERSUCAR

* Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESA, simultânea à realização dessa pesquisa.

** Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESA da série 2000.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

Resultados e Discussão

Os dados das variáveis em cada ambiente foram submetidos a análises de variâncias individuais e conjuntas com a utilização do software estatístico GENES (CRUZ, 2006). Verificou-se a homogeneidade das variâncias residuais através das análises de grupos de experimentos, considerando-se a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo (F máximo de Hartley), onde o valor calculado deve ser inferior a sete, de acordo com o teste de homogeneidade de variância (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2000). Para as variáveis em que essa relação foi superior a sete, foram efetuados os ajustes de graus de liberdade do resíduo conforme a metodologia proposta por Cochran (1954).

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Através do teste de Scott e Knott (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), no ambiente I, constatou-se, para a variável TPH, a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a”, considerado superior em relação ao grupo “b”, enquadraram-se os genótipos RB002504, G6, G9, SP79-1011, G11, G7 e RB863129. Os genótipos RB002504, G6 e G9 obtiveram as maiores produtividades de açúcar por área, superando as variedades padrão, porém não se distinguindo estatisticamente dos demais desse grupo.

Para a variável TCH, também houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a”, enquadraram-se os seguintes genótipos: RB002504, G6, G9, SP79-1011, G11, G7 e RB863129. Os genótipos RB002504, G6 e G9 obtiveram as maiores produtividades de cana por hectare, superando as variedades padrão, porém sem se distinguirem estatisticamente dos demais desse grupo. Não foi observada diferença significativa entre os genótipos para as demais características.

As médias de TPH e de TCH para os genótipos enquadrados no grupo “a” foram relativamente elevadas em relação às médias de produtividades agroindustriais para a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Simões Neto (2008), Dutra Filho (2010), Albuquerque (2011) e Souza (2011), obtiveram médias semelhantes ao estudarem o comportamento de clones e variedades RB de cana-de-açúcar, em três cortes consecutivos no Estado. Deve-se considerar que esses trabalhos foram realizados com genótipos distintos e em locais com condições edafoclimáticas diferentes das encontradas nesta pesquisa.

Através da aplicação do teste de Scott e Knott (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), no ambiente II, constatou-se para a variável TPH, a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a” enquadraram-se os genótipos G11, RB002504, RB863129, SP79-1011, G9, G6, G3 e G7. Os genótipos G11 e RB002504 obtiveram as maiores produtividades de açúcar por área, superando as variedades padrão, porém não se distinguindo estatisticamente dos demais genótipos desse grupo.

Para a variável TCH, também houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a”, enquadraram-se os genótipos G11, RB002504, RB863129, SP79-1011, G9 e G6. Os genótipos G11 e RB002504 obtiveram as maiores produtividades de cana por hectare, superando, inclusive as variedades padrão, sem se distinguirem estatisticamente dos demais desse grupo. Não foi observada diferença significativa entre os genótipos para as demais características, nesse ambiente.

As médias de TPH e de TCH para os genótipos enquadrados no grupo “a” estão dentro das médias de produtividades agroindustriais para a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Resultados semelhantes foram encontrados por Melo et al. (2009) e Silva et al. (2010) ao estudaram o comportamento de clones e variedades comerciais de cana-de-açúcar nesse estado. Porém, deve-se considerar que esses trabalhos diferem entre si em relação às séries dos genótipos, locais e anos de avaliações.

Pela aplicação do teste de Scott e Knott (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), no ambiente III, constatou-se, para a variável TPH, a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a” enquadraram-se os genótipos G9, G6, RB863129, G3, RB002504, G7, e SP79-1011. Os genótipos G9 e G6 obtiveram as maiores produtividades de açúcar por área, superando as variedades padrão, porém não se distinguindo estatisticamente dos demais desse grupo.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Tabela 3. Valores médios das variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA e ATR, avaliadas na fase de experimentação, através da análise de variância conjunta de três cortes em ensaios conduzidos em cada um dos ambientes (Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty), nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Ambientes	Variedades	Variáveis					
		TPH (t/ha)	TCH (t/ha)	FIB (%)	PCC (%)	PZA (%)	ATR (kg/t)
I	RB002504*	14,53 a	93,16 a	14,50 a	15,71 a	92,25 a	149,14 a
	G6**	14,33 a	91,83 a	13,27 a	15,62 a	91,35 a	148,98 a
	G9**	14,30 a	91,75 a	14,13 a	15,64 a	92,07 a	148,56 a
	SP79-1011***	14,04 a	90,75 a	13,15 a	15,68 a	90,86 a	149,94 a
	G11**	13,59 a	88,58 a	13,61 a	15,56 a	91,35 a	148,40 a
	G7**	13,44 a	85,66 a	12,92 a	15,87 a	91,19 a	151,45 a
	RB863129***	12,97 a	85,50 a	13,66 a	15,34 a	90,35 a	147,11 a
	G10**	11,67 b	74,66 b	13,03 a	15,85 a	91,83 a	150,77 a
	G3**	11,42 b	72,66 b	13,76 a	15,58 a	90,71 a	149,12 a
	G2**	11,39 b	75,25 b	13,03 a	15,25 a	90,54 a	146,17 a
	G4**	10,84 b	66,16 b	13,41 a	15,02 a	89,38 a	144,92 a
	G8**	10,31 b	66,16 b	13,55 a	15,76 a	90,99 a	150,61 a
	G5**	9,08 b	66,66 b	12,96 a	14,07 a	86,28 a	138,45 a
II	G11**	9,99 a	64,08 a	15,00 a	15,66 a	90,23 a	150,16 a
	RB002504*	9,51 a	61,41 a	14,90 a	15,47 a	88,49 a	149,66 a
	RB863129***	9,46 a	60,08 a	13,36 a	15,64 a	89,39 a	150,72 a
	SP79-1011***	8,81 a	56,41 a	14,93 a	15,51 a	89,83 a	149,07 a
	G9**	8,54 a	55,33 a	15,27 a	15,40 a	88,88 a	148,70 a
	G6**	8,27 a	52,91 a	14,93 a	15,76 a	89,20 a	151,81 a
	G3**	8,15 a	51,41 b	14,66 a	15,75 a	90,09 a	151,12 a
	G7**	7,89 a	49,50 b	14,06 a	15,85 a	89,52 a	152,56 a
	G2**	7,00 b	46,25 b	14,81 a	15,10 a	88,20 a	146,40 a
	G8**	6,89 b	45,00 b	15,02 a	15,38 a	89,39 a	148,17 a
	G10**	6,66 b	44,08 b	14,26 a	15,21 a	89,97 a	146,19 a
	G4**	6,40 b	42,50 b	15,23 a	14,92 a	86,76 a	145,77 a
	G5**	6,19 b	41,66 b	14,64 a	14,62 a	88,67 a	141,58 a
III	G9**	9,84 a	64,66 a	15,15 a	15,08 a	86,41 a	147,54 a
	G6**	9,50 a	63,16 a	15,60 a	14,98 a	87,37 a	145,83 a
	RB863129***	8,99 a	62,16 a	14,60 a	14,44 a	84,94 a	142,70 a
	G3**	8,28 a	55,08 a	15,10 a	14,98 a	87,58 a	145,70 a
	RB002504*	8,11 a	54,08 a	14,30 a	14,81 a	86,34 a	145,20 a
	G7**	7,87 a	52,25 b	14,70 a	15,01 a	85,71 a	147,50 a
	SP79-1011***	7,69 a	51,08 b	15,23 a	15,03 a	86,34 a	147,15 a
	G4**	7,21 b	49,50 b	14,62 a	14,67 a	85,33 a	144,60 a
	G11**	6,94 b	47,25 b	15,00 a	14,69 a	85,82 a	144,37 a
	G10**	6,78 b	45,25 b	14,45 a	15,01 a	86,74 a	146,71 a
	G2**	6,41 b	42,58 b	15,03 a	15,13 a	87,24 a	147,41 a
	G8**	6,39 b	42,75 b	15,69 a	14,92 a	85,81 a	146,48 a
	G5**	5,58 b	38,66 b	14,96 a	14,33 a	86,63 a	140,43 a

Médias com mesma letra pertencem ao mesmo grupo (Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade)

* Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDES, simultânea à realização dessa pesquisa.

** Clones do PMGCA/UFRPE/RIDES da série 2000.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Tabela 3. Valores médios das variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA e ATR, avaliadas na fase de experimentação, através da análise de variância conjunta de três cortes em ensaios conduzidos em cada um dos ambientes (Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty), nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. (continuação).

Ambientes	Variedades	Variáveis					
		TPH (t/ha)	TCH (t/ha)	FIB (%)	PCC (%)	PZA (%)	ATR (kg/t)
IV	G3**	13,68 a	85,41 a	14,71 a	16,12 a	89,10 a	155,33 a
	SP79-1011***	13,09 a	82,00 a	14,38 a	15,99 a	89,58 a	153,73 a
	RB863129***	13,04 a	86,66 a	13,96 a	15,12 a	87,45 a	147,21 a
	G9**	12,79 a	80,41 a	14,90 a	15,74 a	83,09 a	156,18 a
	RB002504*	11,72 a	76,83 a	14,86 a	15,38 a	89,93 a	147,76 a
	G6**	11,43 a	70,91 b	15,70 a	16,06 a	90,02 a	154,00 a
	G10**	10,85 a	68,25 b	14,13 a	15,90 a	88,78 a	153,53 a
	G7**	10,55 a	68,41 b	13,91 a	15,51 a	90,03 a	148,96 a
	G2**	10,23 a	64,66 b	14,74 a	15,84 a	88,90 a	152,88 a
	G11**	10,20 a	64,66 b	14,77 a	15,83 a	88,01 a	153,39 a
	G5**	7,76 b	50,08 c	13,62 a	15,76 a	88,64 a	152,38 a
	G8**	7,44 b	49,33 c	16,06 a	15,18 a	88,10 a	147,11 a
	G4**	7,33 b	49,25 c	15,15 a	14,87 a	86,74 a	145,39 a
	V	SP79-1011***	13,13 a	81,91 a	14,85 b	15,29 a	89,29 a
RB863129***		12,03 a	81,66 a	14,08 b	14,86 a	86,54 a	144,35 a
G6**		12,02 a	75,25 a	15,50 a	15,60 a	89,80 a	149,42 a
G2**		11,10 a	70,91 a	14,65 b	15,48 a	89,48 a	148,52 a
G9**		10,88 a	70,66 a	15,36 a	15,65 a	89,23 a	149,71 a
G11**		10,68 a	72,25 a	16,11 a	14,75 a	87,61 a	142,41 a
G10**		9,62 b	62,91 b	14,48 b	15,39 a	89,06 a	147,73 a
G3**		9,59 b	62,50 b	14,91 b	15,53 a	88,46 a	149,47 a
RB002504*		9,58 b	60,83 b	15,11 a	15,60 a	88,94 a	149,95 a
G7**		8,21 b	53,00 b	14,27 b	15,48 a	88,22 a	149,19 a
G4**		8,17 b	55,08 b	15,46 a	14,88 a	87,38 a	144,23 a
G8**		7,61 b	52,33 b	16,08 a	14,70 a	87,68 a	142,05 a
G5**		7,29 b	48,00 b	14,02 b	15,21 a	88,80 a	146,46 a

Médias com a mesma letra pertencem ao mesmo grupo (Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade)

* Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDES, simultânea à realização dessa pesquisa.

** Clones do PMGCA/UFRPE/RIDES da série 2000.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

Para a variável TCH, também houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo “a”, enquadraram-se os genótipos: G9, G6, RB863129, RB002504 Variedade liberada em 2010 pela UFRPE/RIDES durante a realização desta pesquisa. e G3. Os genótipos G9 e G6 obtiveram as maiores produtividades de cana por hectare, superando as variedades padrão, porém não se distinguindo estatisticamente dos demais do grupo. Não foi observada diferença significativa entre os genótipos para as demais características.

As médias de TPH e de TCH para os genótipos enquadrados no grupo “a” estão dentro das médias de produtividades agroindustriais para a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Lima Neto et al. (2011) e Santos et al. (2011) encontraram resultados semelhantes ao estudarem o comportamento de clones RB de cana-de-açúcar, da mesma série e na mesma microrregião canavieira desse estado.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Pela aplicação do teste de Scott e Knott (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), no ambiente IV, (Usina Central Olho D'Água), constatou-se para a variável TPH, a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo "a" enquadraram-se os genótipos G3, SP79-1011, RB863129, G9, RB002504, G6, G10, G7, G2 e G11. O genótipo G3 obteve a maior produtividade de açúcar por área, entre os clones, superando inclusive as variedades padrão, entretanto não se distinguindo estatisticamente destas, nem dos demais genótipos desse grupo.

Para a variável TCH, houve a formação de três grupos estatisticamente distintos. No grupo "a", enquadraram-se os genótipos RB863129, G3, SP79-1011, G9 e RB002504. O genótipo G3 obteve a maior produtividade de cana por hectare entre os genótipos avaliados, sendo superado apenas pela variedade padrão RB863129, porém sem se distinguir estatisticamente desta. Não foi observada diferença significativa entre os genótipos para as demais características avaliadas.

As médias de TPH e de TCH para os genótipos enquadrados no grupo "a" estão acima das médias de produtividades agroindustriais para a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Simões Neto (2008), Dutra Filho (2010), Albuquerque (2011) e Souza (2011) encontraram resultados semelhantes ao estudarem o comportamento de clones RB de cana-de-açúcar no estado. Entretanto, deve-se considerar que esses trabalhos foram realizados com genótipos diferentes e em locais com condições edafoclimáticas bastante distintas.

Através da aplicação do teste de Scott e Knott (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), no ambiente V (Usina Pumaty), constatou-se para a variável TPH, a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo "a" enquadraram-se os genótipos SP79-1011, RB863129, G6, G2, G9 e G11. Os genótipos G6, G2 e G9 obtiveram as maiores produtividades de açúcar por área entre os genótipos avaliados, sendo superados os apenas pelas variedades padrão, porém não se distinguindo estatisticamente destas nem dos demais genótipos desse grupo.

Para a variável TCH, também houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos. No grupo "a", enquadraram-se os genótipos SP79-1011, RB863129, G6, G11, G2 e G9. Os genótipos G6, G11, G2 e G9 obtiveram as maiores produtividades de cana por hectare entre os genótipos avaliados, sendo superados apenas pelas variedades padrão, porém sendo estatisticamente superiores aos demais genótipos estudados.

Com exceção da variável FIB, não foi observada diferença significativa entre os genótipos para as demais características.

As médias de TPH e de TCH, para os genótipos enquadrados no grupo "a", estão acima das médias de produtividades agroindustriais para a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Os pesquisadores Simões Neto (2008), Dutra Filho (2010), Albuquerque (2011) e Souza (2011) encontraram valores semelhantes em trabalhos conduzidos com genótipos de cana-de-açúcar nesse Estado. Entretanto, deve-se considerar que esses trabalhos diferem entre si em relação às séries dos genótipos, locais e anos de avaliações.

Na análise conjunta dos três cortes nos cinco ambientes (Tabela 4), utilizando-se fatorial triplo, os coeficientes de variação assumiram valores abaixo de 20% para as variáveis TPH e TCH e abaixo de 10% para as demais variáveis, conferindo aos dados média e boa precisão experimental, respectivamente (GOMES, 1990).

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Os resultados do teste F revelam diferenças significativas entre os genótipos (G) para todas as variáveis estudadas, evidenciando a existência de alto grau de variabilidade genética entre os mesmos para todos os cinco ambientes onde foram avaliados. Esses resultados podem garantir aos melhoristas de cana-de-açúcar a aplicação de métodos de melhoramento adequados, nos genótipos avaliados, com boas perspectivas na seleção de clones promissores.

O efeito dos cortes foi significativo apenas para as variáveis TPH e TCH, revelando que os ciclos de colheita são ambientes contrastantes e exercem influência sobre as características apreciadas de acordo com Rosse, Vencovsky e Ferreira (2002). O efeito dos locais (ambientes) foi significativo apenas para a variável FIB, demonstrando que os genótipos mantêm suas produtividades agrícola e industrial independente dos locais.

A interação genótipo x corte (G x C), não apresentou significância para nenhuma das variáveis estudadas, indicando que os cortes representam ambientes não contrastantes, ou seja, os genótipos avaliados têm comportamento independente do corte da cana (ciclo de colheita). A interação genótipo x locais (G x L) foi significativa ao nível de 1% para as características TPH e TCH, e a 5% de probabilidade para a variável FIB. Para as variáveis PCC, PZA e ATR não houve diferença significativa entre os genótipos, indicando que essa interação não interfere nos valores apresentados pelos mesmos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta de três cortes (cana planta, soca e ressoca) e cinco ambientes (I, II, III, IV e V), usando-se o fatorial triplo, nos ensaios conduzidos na fase de experimentação, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

FV	GL	Quadrados médios					
		TPH	TCH	FIB	PCC	PZA	ATR
Genótipos (G)	12	127,10**	4489,66**	12,52**	4,74**	31,69*	269,98**
Cortes (C)	2	2362,38*	104403,23*	14,96 ^{ns}	27,56 ^{ns}	11,59 ^{ns}	2375,09 ^{ns}
Locais (L)	4	624,98 ^{ns}	24832,09 ^{ns}	61,83**	15,84 ^{ns}	386,58 ^{ns}	841,82 ^{ns}
G x C	24	5,44 ^{ns}	180,67 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,88 ^{ns}	9,77 ^{ns}	57,00 ^{ns}
G x L	48	11,67**	432,82**	1,80*	1,23 ^{ns}	10,03 ^{ns}	87,48 ^{ns}
C x L	8	4,95**	17483,72**	8,33**	17,10**	139,18**	1264,28**
G x C x L	96	421,15**	175,90**	1,14 ^{ns}	0,97**	7,26 ^{ns}	74,06**
Resíduo (R)	540	2,60	92,67	1,10	0,63	8,28	43,09
Médias		9,78	63,69	14,56	15,34	88,71	148,16
CV (%)		16,50	15,11	7,21	5,18	3,24	4,43
>QMR/<QMR		(17,61)	(17,71)	(19,45)	4,80	(13,18)	4,83

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

^(ns): não significativo, pelo teste F

(G x C): Interação genótipo x cortes (anos)

(G x L): Interação genótipo x locais (ambientes)

(C x L): Interação cortes x locais

(G x C x L): Interação genótipo x cortes x locais

(): Variáveis em que foram efetuados os ajustes de graus de liberdade do resíduo conforme a metodologia proposta por Cochran (1954).

A interação cortes x locais (C x L) foi significativa para todas as variáveis, demonstrando ter influência sobre os valores apresentados pelos genótipos para essas variáveis.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Os percentuais de variação genética (Tabela 5) demonstram que a expressão da maioria das características avaliadas é devida aos componentes de variância genética, por apresentarem percentuais superiores aos das variâncias das interações genótipo x corte e genótipo x local.

Os valores de herdabilidade média (Tabela 5) oscilaram de médio a alto. Para as variáveis TCH, TPH e FIB esses valores foram superiores a 80%, indicando a possibilidade de obter ganhos genéticos na seleção, principalmente para as variáveis TPH e TCH que apresentaram coeficiente de variação genética (CVg) maiores que 10, sendo as variáveis que têm maior variabilidade genética (OLIVEIRA et. al., 2008). Essas variáveis apresentaram o quociente CVg/CVe com valores próximos de 1 (um), identificando esses dados como mais estáveis, segundo Vencovsky (1987). Portanto, é possível selecionar clones superiores, entre os avaliados, com ganhos significativos, para as condições edafoclimáticas dos ambientes em estudo.

Tabela 5. Parâmetros genéticos e ambientais estimados em três cortes (cana planta, soca e ressoca) nos ambientes I, II, III, IV e V, nos ensaios conduzidos na fase de experimentação nas usinas Bom Jesus, Cuaçu, Maravilhas, Central Olho D'Água e Usina Pumaty, anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Parâmetros Genéticos e Ambientais

Variáveis	σ^2_g	σ^2_{gc}	σ^2_{gl}	σ^2_{gcl}	h^2	CV _g	CV _g / CV _e
TPH	1,91	0,02	0,51	0,54	90,0	14,14	0,85
TCH	67,53	0,22	19,76	19,20	90,0	12,90	0,85
FIB	0,17	0,00	0,05	0,00	85,0	2,89	0,40
PCC	0,06	-0,00	0,02	0,07	75,0	1,59	0,30
PZA	0,31	0,11	0,21	-0,23	60,0	0,63	0,19
ATR	3,32	-0,78	1,03	7,14	73,0	1,23	0,27

σ^2_g : Componente de variância genética

σ^2_{gc} : Componente de variância da interação genótipo corte (ano)

σ^2_{gl} : Componente de variância da interação genótipo local (ambiente)

σ^2_{gcl} : Componente de variância da interação genótipo corte local

h^2 : Herdabilidade média

CV_g: Coeficiente de variação genética

CV_g/CV_e: Índice b

Para realização da análise econômica considerou-se a rentabilidade bruta da cana-de-açúcar produzida (Tabela 6), a qual corresponde ao valor da cultura em reais por hectare (R\$/ha), calculado através do produto das variáveis TCH, ATR e preço médio do quilograma de ATR (R\$/kg ATR) nas safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 (SOUZA, 2011).

Para o cálculo do preço médio mensal do quilograma de ATR considerou-se o preço referencial bruto do quilograma do ATR no Estado, divulgado pelo Departamento Técnico da Associação dos Fornecedores de Cana de Pernambuco.

Na média de três cortes, os genótipos RB002504, G6 e G9 apresentaram os maiores valores de rentabilidade bruta, no ambiente I. Os genótipos G11 e RB002504 apresentaram os maiores valores da tonelada da cana-de-açúcar em reais por hectare para o ambiente II. Os genótipos G9 e G6 foram os mais rentáveis economicamente para o ambiente III. No ambiente IV, o genótipo G3 apresentou o maior valor de rentabilidade bruta, enquanto no ambiente V, os maiores valores de rentabilidade bruta foram apresentados

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...
 pelas variedades padrão, porém o genótipo G6 apresentou o maior valor entre os 11 genótipos RB da série
 2000 avaliados nesta pesquisa, para esse ambiente.

Tabela 6. Estimativa de rentabilidade bruta, em reais por hectare, de genótipos de cana-de-açúcar em fase de
 experimentação, três cortes, em cada um dos ambientes, em ensaios conduzidos nas usinas Bom Jesus,
 Cucaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Ambientes	Genótipos	TCH	ATR	R\$/Kg	R\$/ha
I	RB002504	93,16	149,14	0,5	6.946,94
	G6	91,83	148,98	0,5	6.840,42
	G9	91,75	148,56	0,5	6.815,19
	SP79-1011	90,75	149,94	0,5	6.803,53
	G11	88,58	148,40	0,5	6.572,64
	G7	85,66	151,45	0,5	6.486,60
	RB863129	85,50	147,11	0,5	6.288,95
	G10	74,66	150,77	0,5	5.628,24
	G3	74,00	149,12	0,5	5.517,44
	G2	75,25	146,17	0,5	5.499,65
	G4	72,66	144,92	0,5	5.264,94
	G8	66,16	150,61	0,5	4.982,18
G5	66,66	138,45	0,5	4.614,54	
II	G11	64,08	150,16	0,5	4.811,12
	RB002504	61,41	149,66	0,5	4.595,31
	RB863129	60,08	150,72	0,5	4.527,62
	SP79-1011	56,41	149,07	0,5	4.204,51
	G9	55,33	148,70	0,5	4.113,78
	G6	52,91	151,81	0,5	4.016,13
	G3	51,41	151,12	0,5	3.884,53
	G7	49,50	152,56	0,5	3.775,86
	G2	46,25	146,40	0,5	3.385,50
	G8	45,00	148,17	0,5	3.333,82
	G10	44,08	146,19	0,5	3.222,02
	G4	42,50	145,77	0,5	3.097,61
G5	41,66	141,58	0,5	2.949,11	
III	G9	64,66	147,54	0,5	4.769,97
	G6	63,16	145,83	0,5	4.605,31
	RB863129	62,16	142,70	0,5	4.435,12
	G3	55,08	145,70	0,5	4.012,58
	RB002504	54,08	145,20	0,5	3.926,21
	G7	52,25	147,50	0,5	3.853,44
	SP79-1011	51,08	147,15	0,5	3.758,21
	G4	49,50	144,60	0,5	3.578,85
	G11	47,25	144,37	0,5	3.410,74
	G10	45,25	146,71	0,5	3.319,31
	G2	42,58	147,41	0,5	3.138,36
	G8	42,75	146,48	0,5	3.131,01
G5	38,66	140,43	0,5	2.714,51	

* Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESA da série 2000.

** Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESA, durante a realização desta pesquisa.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Tabela 6. Estimativa de rentabilidade bruta, em reais por hectare, de genótipos de cana-de-açúcar em fase de experimentação, três cortes, em cada um dos ambientes, em ensaios conduzidos nas usinas Bom Jesus, Cuaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. (continuação).

Ambientes	Genótipos	TCH	ATR	R\$/Kg	R\$/ha
IV	G3	85,41	155,33	0,5	6.633,37
	RB863129	86,66	147,21	0,5	6.378,61
	SP79-1011	82,00	153,73	0,5	6.302,93
	G9	80,41	156,18	0,5	6.279,22
	RB002504	76,83	147,76	0,5	5.676,20
	G6	70,91	154,00	0,5	5.460,07
	G10	68,25	153,53	0,5	5.239,21
	G7	68,41	148,96	0,5	5.095,18
	G11	64,66	153,39	0,5	4.959,10
	G2	64,66	152,88	0,5	4.942,61
	G5	50,08	152,38	0,5	3.815,60
	G8	49,33	147,11	0,5	3.628,47
	G4	49,25	145,39	0,5	3.580,23
V	SP79-1011	81,91	147,12	0,5	6.025,30
	RB863129	81,66	144,35	0,5	5.893,81
	G6	75,25	149,42	0,5	5.621,93
	G9	70,66	149,71	0,5	5.289,25
	G2	70,91	148,52	0,5	5.265,78
	G11	72,25	142,41	0,5	5.144,56
	G3	62,50	149,47	0,5	4.670,94
	G10	62,91	147,73	0,5	4.646,85
	RB002504	60,83	149,95	0,5	4.560,73
	G7	53,00	149,19	0,5	3.953,54
	G4	55,08	144,23	0,5	3.972,09
	G8	52,33	142,05	0,5	3.716,74
	G5	48,00	146,46	0,5	3.515,04

* Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESDA da série 2000.

** Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESDA, durante a realização desta pesquisa.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

Levando-se em consideração os resultados dessa análise econômica, os genótipos que apresentaram os maiores valores de rentabilidade bruta, nos respectivos ambientes onde foram avaliados, podem ser recomendados aos produtores dessas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, com boas perspectivas de retorno financeiro.

Conclusões

Tendo como base as análises conjuntas de três cortes e a análise de rentabilidade bruta, com médias de três cortes, pode-se concluir que os produtores de cana-de-açúcar de Pernambuco têm como um indicativo de melhores opções os seguintes genótipos, os quais obtiveram as melhores produtividades, agrícola e industrial e os maiores retornos econômicos nas safras consideradas, nos respectivos ambientes:

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

- a) RB002504, G6 e G9 para os ambientes I,
- b) G11 e RB002504 para o ambiente II,
- c) G9 e G6 para o ambiente III,
- d) G3 para o ambiente IV e
- e) G6 para o ambiente V.

Agradecimentos

À Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, pela contribuição e apoio à pesquisa. Às unidades produtoras, Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty pelo apoio logístico e de infraestrutura para execução dos trabalhos de campo e laboratório.

Referências

ALBUQUERQUE, A. P. C. Competição de clones e variedades de cana-de-açúcar em épocas distintas de cortes na região da Mata Norte de Pernambuco. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco. cap. II, 93p. Recife, 2011.

CAVALCANTI, F. J. A. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação). CAVALCANTI, F. J. A. 2 ed. Recife, Instituto de Pesquisa Agropecuária, 198p, 1998.

COCHRAN, W. G. Improvement by means of selection. In: BERKELEY SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PRODUCTION, 2. Proceedings. [S.I.: s.n.] p.449-470, 1954.

CRUZ, C. D. Programa Genes: biometria. Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa (MG), 382p, 2006.

DUTRA FILHO, J. A. Avaliação da variabilidade fenotípica e genética em genótipos de cana-de-açúcar utilizando marcadores moleculares RAPD e SSR. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Área de Concentração Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 153p, Recife, 2010.

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 2. ed. Piracicaba: EME, 240p, 2003.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13ª ed. Piracicaba, São Paulo São Paulo: Nobel. 467 p, 1990.

LIMA NETO, J. F. de; SANTOS, G. R. dos; DUTRA FILHO, J. A; SILVA, A. E. P; MACHADO, Paulo Rocha ², COSTA, I. G. da, SIMÕES NETO, D. E. Desempenho agroindustrial de variedades e clones de cana-de-açúcar, em cana-planta nas condições edafoclimáticas do Litoral Norte de Pernambuco. JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE: Recife, 3p, 2011.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

MELO, L. J. O. T.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J.; REIS, O. V. Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. vol. 33, no.3, Lavras, 2009.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; RESENDE, M. D. V.; ZENI NETO, H. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. *Scientia Agrária*. v. 9, n. 3, p.269-274, 2008.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 326 p, 2000.

ROSSE, L.N.; VENCOSKY, R.; FERREIRA, D.F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 1, p. 25-32, 2002.

SANTOS, G. R. dos; LIMA NETO, J. F. de; DUTRA FILHO, J. A.; SILVA, A. E. P; MACHADO, P. R.; COSTA, I. G. da; SILVA, L. J. da. Avaliação agronômica de clones e variedades de cana-de-açúcar no Litoral Norte de Pernambuco II: Análises conjuntas de safras agrícolas. *JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE*: Recife, 3p, 2011.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*. v. 30, n.2, p. 507-512, 1974.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T.; CHAVES, A.; LIMA, R. O. R. Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar. Recife: UFRPE. *Imprensa Universitária - Boletim Técnico*. 28p, 2005.

SIMÕES NETO, D. E. Avaliação da disponibilidade de fósforo e recomendação de adubação fosfatada para cana-planta em solos do estado de Pernambuco. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 106, Recife, 2008.

SILVA, L. J.; DUTRA FILHO, J. A.; MACHADO, P. R.; MELO, T. T. A. T.; SOUZA, A. E. R.; MELO, L. J. O. T.; SIMOES NETO, D. E. Avaliação agroindustrial de genótipos de cana-de-açúcar no Litoral Sul do Estado de Pernambuco: cana soca. *JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE*: Recife, 3p, 2010.

SOUZA, P. H. N. Avaliação do comportamento agroindustrial de clones e cultivares de cana-de-açúcar na Região Central de Pernambuco. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco. cap. II, 104 p, Recife, 2011.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Eds.). Melhoramento e produção do milho no Brasil. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. cap. 5, p. 137-214, 1987.

CAPÍTULO III

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Adaptabilidade e estabilidade de clones RB de cana-de-açúcar no estado de Pernambuco

Adaptability and stability of clones RB sugarcane in the state of Pernambuco

Resumo - As análises de adaptabilidade e estabilidade são imprescindíveis para a indicação de variedades de cana-de-açúcar adequadas às diversas condições edafoclimáticas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de 11 clones RB de cana-de-açúcar, na fase final da experimentação, em microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, por três colheitas consecutivas. Os experimentos foram instalados em cinco usinas de Pernambuco, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, Os resultados foram submetidos à análise de variância, à comparação de médias pelo teste de Scott e Knott e a estudos de adaptabilidade e estabilidade. Em cada corte foram mensuradas as variáveis tonelada de pol por hectare (TPH), tonelada de cana por hectare (TCH); pol% corrigido (PCC), fibra (FIB), teor de sólidos solúveis (BRIX) e açúcar total recuperável (ATR). Com base nos resultados, dentre os melhores clones, aqueles com adaptabilidade ampla são: G1 e G11; e aqueles com adaptabilidade para ambientes favoráveis são: G6 e G9.

Palavras-chave - *Saccharum spp.* Adaptação ambiental. Regressão linear. Análise multivariada. Melhoramento genético vegetal.

Abstract - Analysis of adaptability and stability are essential for the indication of sugarcane varieties suited to different soil and climatic conditions. The objective of this research was to evaluate the adaptability and phenotypic stability of 11 RB sugarcane clones in the final phase of the trial, in sugarcane micro regions in the State of Pernambuco, for three consecutive harvests. The experiments were conducted on five sugar mills of Pernambuco, using the

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

experimental design of randomized blocks with four replications and plots with five eight-meter furrows, with spacing of 1.0 m. The results were subjected to analysis of variance, comparison of average by Scott e Knott test and studies of adaptability and stability. In each section the variables were measured ton of pol per hectare (TPH), ton of cane per hectare (TCH), fibre (FIB), pol% corrected (PCC), soluble solids (BRIX) and total recoverable sugar (TRS). Based on the results, among the best clones, those with wide adaptability are: G1 and G11, and those with adaptability to suitable environments are: G6 and G9.

Key words - Saccharum spp. Environmental adaptation. Linear regression. Multivariate analysis. Plant breeding.

Introdução

A agricultura brasileira desempenha um papel muito importante no desenvolvimento do País, gerando emprego, renda e divisas. Nesse contexto está inserida a cana-de-açúcar, matéria-prima para a fabricação de utilidades alimentícias, combustível renovável, energia elétrica, indústria química, entre outros, tendo nos colocado como líder mundial no setor sucroenergético (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

Como reflexo da demanda nacional e mundial pelos derivados da cana-de-açúcar, observam-se constantes aumentos na área de cultivo, produção e produtividade (CONAB, 2011).

Os estudos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar são importantíssimos para manter rentabilidade e sustentabilidade e têm contribuído de forma expressiva para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro nacional, com liberação de variedades mais produtivas e resistentes a pragas e doenças.

Esses programas conduzem seus experimentos em diversas usinas e destilarias, os quais são colhidos, em média, por três cortes (FERREIRA et al., 2005). Nestes, a fase de experimentação é uma das mais importantes, pois, os genótipos devem ser avaliados em diversos ambientes edafoclimáticos (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

A Zona da Mata de Pernambuco possui uma extensa área agrícola, tradicionalmente ocupada pela cultura canavieira, neste sentido, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos RB de cana-de-açúcar, da série 2000, em fase final de experimentação, sob diferentes ambientes do Estado, por três colheitas consecutivas.

Existem diversos conceitos sobre os termos adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Dentre os mais aceitos, está o de Verma et al. (1978), que definem a adaptabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, além da habilidade de responder positivamente às condições ambientais favoráveis.

Mariotti et al. (1976) definem a estabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem comportamentos previsíveis em relação às variações ambientais.

Com a adaptabilidade podemos identificar os clones de cana-de-açúcar com maior precisão para recomendá-los para os mais diversos ambientes podendo melhorar o rendimento desses. Com a estabilidade temos uma constante no rendimento de produção ao longo das safras (ZENI NETO, 2007). O método de Eberhart e Russel (1966) tem sido amplamente utilizado para a condução de análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de grupos de genótipos distintos, avaliados em ambientes contrastantes.

A adaptabilidade do genótipo é estimada por meio do coeficiente de regressão (β_{1i}) e pela média do caráter, enquanto a estabilidade é estimada a partir da variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}). O genótipo ideal é àquele que apresenta elevada produção média, coeficiente de regressão igual a 1 (um) e desvio de regressão estatisticamente igual a 0 (zero). O ajuste

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

dessas equações de regressão é verificado por meio da estimativa dos coeficientes de determinação (R^2), os quais são obtidos por meio da razão entre a soma de quadrados da regressão linear e a soma de quadrados da interação G x A. Dessa forma, quanto maior o coeficiente de determinação, mais ajustada é a equação de regressão (SILVEIRA, 2011).

A adaptabilidade pode ser ampla ou específica. Genótipos com adaptabilidade ampla possuem coeficiente de regressão (β_{1i}) igual a 1 (um). Genótipos com coeficientes de regressão (β_{1i}) diferente de 1 (um), possuem adaptação específica, podendo essa ser a ambientes favoráveis ($\beta_{1i} > 1$) ou a ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i} < 1$). A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) servem de parâmetro para a previsibilidade da produção do genótipo, ou seja, a estabilidade fenotípica (CRUZ et al., 2004).

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos em microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, em áreas agrícolas das seguintes unidades produtoras, parceiras do PMGCA/UFRPE/RIDESA: Usina Bom Jesus (Cabo de Santo Agostinho); Usina Cucaú (Rio Formoso - PE); Usina Maravilhas (Goiana - PE); Usina Olho D'Água (Camutanga - PE) e Usina Pumaty (Joaquim Nabuco - PE), identificadas na Tabela 1.

Na Tabela 2 encontram-se as classes de solos e identificação dos ambientes onde foram realizados os cinco experimentos.

Foram avaliados 13 genótipos de cana-de-açúcar, sendo 11 clones RB da série 2000 e duas testemunhas, RB863129 e SP79-1011 (Tabela 3). Estes experimentos constituíram a fase final de avaliação de clones do PMGCA da UFRPE, vinculado à RIDESA.

Os delineamentos utilizados foram em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 5 sulcos de 8 m, com espaçamento de 1,0 m entre linhas.

Tabela 1 - Identificação das coordenadas geográficas dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos com 13 genótipos de cana-de-açúcar, em Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Ambientes	Municípios	Usinas	Coordenadas geográficas		
			Latitude	Longitude	Altitude
			(S)	(WGr)	(m)
	Cabo de St ^o .	Usina Bom			
I	Agostinho	Jesus	08° 17' 12"	35° 02' 06"	29
II	Rio Formoso	Usina Cucaú	08° 39' 49"	35° 09' 31"	5
		Usina			
III	Goiana	Maravilhas	07° 33' 38"	35° 00' 09"	13
		Usina Central			
IV	Camutanga	Olho D'Água	07° 24' 25"	35° 16' 28"	98
V	Joaquim Nabuco	Usina Pumaty	08° 37' 28"	35° 32' 00"	152

Tabela 2 - Classes dos solos e localização dos cinco experimentos, conduzidos nas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Usina	Ambiente	Classificação do solo
Usina Bom Jesus	I	LAd - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico
Usina Cucaú	II	LAd - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico
Usina Maravilhas	III	Eko – Espodossolo Humilínio Órtico
Usina Central Olho D'Água	IV	PAc - Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico
Usina Pumaty	V	PAd - Argissolo Amarelo Distrófico

Tabela 3 - Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados nos cinco experimentos, nas microrregiões canavieiras do Estado de Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência.

Clones/variedades	Genitores		Procedência
	Feminino	Masculino	
RB002504*	SP80-1816	?	RIDESA
G2**	CB47-355	RB75126	RIDESA
G3**	SP79-2313	?	RIDESA
G4**	Co419	?	RIDESA
G5**	IAC68-12	?	RIDESA
G6**	RB835205	?	RIDESA
G7**	RB732577	SP79-1011	RIDESA
G8**	B42231	?	RIDESA
G9**	SP79-1011	RB732577	RIDESA
G10**	RB865554	MY55-14	RIDESA
G11**	SP80-185	Q126	RIDESA
RB863129***	RB763411	?	RIDESA
SP79-1011***	NA56-79	Co775	COPERSUCAR

* Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESA (RIDESA, 2010).

** Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESA da série 2000.

*** Variedades comerciais utilizadas como padrão.

A implantação dos experimentos foi realizada entre os meses de julho e agosto de 2006, com densidade média de 18 gemas por metro linear de sulco.

Foram retiradas amostras de solo em cada ambiente para análise, sendo realizadas as correções e as adubações de acordo com a recomendação atual para o Estado de Pernambuco (CAVALCANTI, 1998).

Os dados das variáveis foram coletados durante as colheitas que foram realizadas aos 15 meses após o plantio (cana planta), aos 12 meses após o primeiro corte (cana soca) e aos 12 meses após o segundo corte (cana ressoca), respectivamente, nas safras agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Após as colheitas, foram estimadas as variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, BRIX e ATR. A produtividade foi obtida efetuando-se a pesagem de cada parcela para cálculo do TCH por meio da seguinte equação: (peso da parcela x 10/área útil da parcela).

O TPH foi obtido por meio da expressão $TCH \times PCC/100$ (OLIVEIRA et al., 2008), sendo o PCC obtido a partir da análise tecnológica de 10 colmos, amostrados aleatoriamente dentro de cada parcela. O brix foi mensurado com refratômetro de laboratório, através da leitura de amostras do caldo de dez colmos retirados ao acaso de cada parcela. As variáveis PCC, FIB e ATR, foram calculadas de acordo com a metodologia apresentada por Fernandes (2003).

Os procedimentos estatísticos iniciais constituíram-se de análise da variância para cada corte, análise conjunta entre os três cortes (cana planta, soca e ressoca) e a análise conjunta dos três cortes nos cinco ambientes (Tabela 4), considerando-se as médias dos valores estatísticos de cada ambiente, estimando alguns parâmetros genéticos, com suas médias agrupadas através do teste Scott e Knott (1974).

Verificada a variabilidade da interação G x L entre os genótipos (teste F significativo), foram estimados os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, segundo a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966) com base nas características TPH e TCH (Tabela 5).

O método de Eberhart e Russel é baseado na análise de regressão linear descrito pelos pesquisadores Cruz et al. (2004), em que é medida a resposta de cada genótipo para as variações ambientais.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta de três cortes (cana planta, soca e ressoca) e cinco locais (ambientes I, II, III, IV e V) nos ensaios conduzidos na fase de experimentação nas unidades produtoras: Usina Bom Jesus (Cabo de Santo Agostinho – PE), Usina Cucaú (Rio Formoso – PE), Usina Maravilhas (Goiana – PE), Usina Central Olho D'Água (Camutanga – PE) e Usina Pumaty (Joaquim Nabuco – PE), nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

FV	GL	Quadrados médios					
		TPH	TCH	FIB	PCC	BRIX	ATR
Genótipos (G)	12	127,10**	4489,66**	12,52**	4,74**	6,09**	269,98**
Cortes (C)	2	2362,38*	104403,23*	14,96 ^{ns}	27,56 ^{ns}	70,28 ^{ns}	2375,09 ^{ns}
Locais (L)	4	624,98 ^{ns}	24832,09 ^{ns}	61,83**	15,84 ^{ns}	31,19 ^{ns}	841,82 ^{ns}
G x C	24	5,44 ^{ns}	180,67 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,93 ^{ns}	57,00 ^{ns}
G x L	48	11,67**	432,82**	1,80*	1,23 ^{ns}	1,30 ^{ns}	87,48 ^{ns}
C x L	8	4,95**	17483,72**	8,33**	17,10**	27,71**	1264,28**
G x C x L	96	421,15**	175,90**	1,14 ^{ns}	0,97**	1,35**	74,06**
Resíduo (R)	540	2,60	92,67	1,10	0,63	0,73	43,09
Médias		9,78	63,69	14,56	15,34	21,37	148,16
CV (%)		16,50	15,11	7,21	5,18	4,01	4,43
>QMR/<QMR		(17,61)	(17,71)	(19,45)	4,80	7,13	4,83

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

(^{ns}): não significativo, pelo teste F

(G x C): Interação genótipo x cortes (anos)

(G x L): Interação genótipo x locais (ambientes)

(C x L): Interação cortes x locais

(G x C x L): Interação genótipo x cortes x locais

(): Variáveis em que foram efetuados os ajustes de graus de liberdade do resíduo conforme a metodologia proposta por Cochran (1954).

Esse método foi expandido do modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963), sob o aspecto de que tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo, em relação ao índice ambiental, quanto os desvios desta regressão, proporcionam estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade (CRUZ et al., 2004) e baseia-se em uma análise de regressão linear simples, por meio da qual se estima uma equação de regressão ($Y = a + bx$) para cada genótipo avaliado. O modelo matemático é o seguinte: $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ; β_{0i} : média geral do genótipo i e β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente, são os parâmetros de adaptabilidade (β_{0i} : e β_{1i} são os parâmetros de adaptabilidade); δ_{ij} : desvios de regressão, que estima a estabilidade; I_j : índice ambiental codificado; ϵ_{ij} : erro experimental médio.

Nesta metodologia, o índice ambiental é a variável independente e a característica a ser avaliada em cada genótipo em valor médio, em cada ambiente, corresponde à variável dependente. A estabilidade dos genótipos também foi determinada por meio das estimativas dos coeficientes de determinação (R^2) e do quadrado médio residual para regressão (σ^2_{di}), com o i -ésimo genótipo sendo estimado por S^2_{di} . Foram considerados genótipos estáveis aqueles em que a hipótese $H_0: \sigma^2_{di} = 0$ foi rejeitada (FERREIRA et al., 2006). As análises de variâncias e de adaptabilidade e estabilidade fenotípica pelos métodos Eberhart e Russel (1966) foram realizadas com o auxílio do software estatístico GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e discussão

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de Eberhart e Russell (1966) para as variáveis TPH e TCH são apresentadas na Tabela 5.

Considerando que a presente pesquisa foi desenvolvida a partir de valores médios obtidos de três cortes (cana planta, soca e ressoça), os resultados dos coeficientes de

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

determinação (R^2) indicam que houve ajustes satisfatórios dos dados ao modelo de regressão linear proposto por Eberhart e Russell (1966) com R^2 superior a 80% (CRUZ; REGAZZI, 2001) para a maioria dos genótipos indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental para estes genótipos.

Apenas os genótipos G3, G4 e G11 não apresentaram bons ajustes do modelo, assim, observa-se que as informações extraídas são de elevada confiabilidade. Entretanto, vale lembrar que quanto maior for o valor de R^2 , maior será a confiabilidade de sua previsibilidade. O valor do coeficiente R^2 possui uma tendência a aumentar até certo ponto na medida em que se envolve maior número de observações (número de cortes da cana-de-açúcar) em sua estimativa (BARBOSA et al., 2005).

Considera-se como genótipo ideal aquele que apresenta elevada produtividade média, adaptabilidade ampla ou geral ($\beta_1 = 1$: coeficiente de regressão igual a 1) e alta estabilidade ($\sigma^2 = 0$ com desvios de regressão não significativos), segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966).

Assim, para a variável TPH, apresentaram adaptabilidade geral, médias acima da média geral, 9,78 t/ha (Tabela 5) e alta estabilidade fenotípica, ou seja, desvios de regressão não significativos os seguintes genótipos: RB002504, G11 e variedade padrão RB863129, os quais podem ser considerados como genótipos ideais.

Para a variável TCH, os genótipos RB002504, G9, G11 e a variedade padrão RB863129 apresentaram médias acima da média geral, 63,69 t/ha, adaptabilidade geral e alta estabilidade fenotípica ou previsibilidade, podendo ser considerados como genótipos ideais para essa variável.

Com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$) para a variável TCH, identificaram-se os genótipos G6 e SP79-1011, os quais se revelaram também ser estáveis ou

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

previsíveis. Não foram encontrados genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, para a variável TCH, entre os clones estudados.

linear proposto por Eberhart e Russell (1966) com R^2 superior a 80% (CRUZ; REGAZZI, 2001) para a maioria dos genótipos indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental para estes genótipos.

Apenas os genótipos G3, G4 e G11 não apresentaram bons ajustes do modelo, assim, observa-se que as informações extraídas são de elevada confiabilidade. Entretanto, vale lembrar que quanto maior for o valor de R^2 , maior será a confiabilidade de sua previsibilidade. O valor do coeficiente R^2 possui uma tendência a aumentar até certo ponto na medida em que se envolve maior número de observações (número de cortes da cana-de-açúcar) em sua estimativa (BARBOSA et al., 2005).

Considera-se como genótipo ideal aquele que apresenta elevada produtividade média, adaptabilidade ampla ou geral ($\beta_1 = 1$: coeficiente de regressão igual a 1) e alta estabilidade ($\sigma^2 = 0$ com desvios de regressão não significativos), segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966).

Assim, para a variável TPH, apresentaram adaptabilidade geral, médias acima da média geral, 9,78 t/ha (Tabela 5) e alta estabilidade fenotípica, ou seja, desvios de regressão não significativos os seguintes genótipos: RB002504, G11 e variedade padrão RB863129, os quais podem ser considerados como genótipos ideais.

Para a variável TCH, os genótipos RB002504, G9, G11 e a variedade padrão RB863129 apresentaram médias acima da média geral, 63,69 t/ha, adaptabilidade geral e alta estabilidade fenotípica ou previsibilidade, podendo ser considerados como genótipos ideais para essa variável.

Com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$) para a variável TCH, identificaram-se os genótipos G6 e SP79-1011, os quais se revelaram também ser estáveis ou

previsíveis. Não foram encontrados genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, para a variável TCH, entre os clones estudados.

Tabela 5 - Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica obtidas pelo método de Eberhart e Russel para as variáveis TPH e TCH de 13 genótipos avaliados em três cortes em ensaios conduzidos nas usinas Bom Jesus, Cucaú, Maravilhas, Central Olho D'Água e Pumaty, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Genótipos	TPH				TCH			
	Média	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	Média	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)
RB002504	11,40	0,99 ns	-0,14 ns	91,29	72,78	0,95 ns	-1,03 ns	89,73
G2	9,23	1,07 ns	0,58 ns	83,14	59,93	1,08 ns	16,70 ns	86,18
G3	10,22	0,90 ns	2,21 *	60,64	65,68	0,86 ns	80,64 *	60,30
G4	7,99	0,71 ns	0,52 ns	69,99	53,80	0,78 ns	21,21 ns	74,61
G5	7,18	0,67 ns	-0,61 ns	98,61	49,01	0,83 ns	-12,24 ns	93,09
G6	10,40	1,27 ns	-0,12 ns	94,28	67,30	1,27 ns	6,51 ns	92,02
G7	9,59	1,10 ns	0,62 ns	83,69	61,76	1,11 ns	25,64 ns	84,30
G8	7,73	0,68 ns	-0,04 ns	80,32	51,11	0,68 ns	-8,80 ns	87,27
G9	11,42	1,14 ns	0,29 ns	88,14	72,56	1,07 ns	-2,25 ns	92,08
G10	9,12	1,13 ns	-0,39 ns	96,32	59,03	1,06 ns	-12,36 ns	95,72
G11	10,42	0,93 ns	0,72 ns	77,18	68,40	0,92 ns	31,76 ns	76,79
RB863129	11,16	1,00 ns	0,17 ns	86,78	74,18	1,03 ns	28,27 ns	81,49
SP79-1011	11,28	1,34 ns	0,32 ns	90,85	72,43	1,32 ns	14,74 ns	90,74

ns: não significativo pelo teste t a 1% de probabilidade.

* significativamente diferente de zero pelo teste F a 1% de probabilidade.

β_1 : coeficiente de regressão linear;

σ^2_{di} : variância dos desvios de regressão,

R²: coeficiente de determinação

Os genótipos G6, G9 e a variedade padrão SP79-1011 apresentaram médias acima da média geral, alta estabilidade fenotípica e adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. O genótipo G3 apresentou média acima da média geral, 9,78 t/ha, com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$), entretanto não revelou ser estável ou previsível para essa variável, ou seja, apresentou baixa estabilidade fenotípica.

Conclusões

Considerando-se a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica, para a variável TPH, os genótipos observados como ideais são RB002504 e G11, por apresentarem elevada produção média, coeficiente de regressão igual a 1 (um) e desvio de regressão estatisticamente igual a (zero). Enquanto os genótipos G6 e G9 apresentam adaptabilidade a ambientes favoráveis por apresentarem coeficientes de regressão maior que um ($\beta_{1i} > 1$). Para a variável TCH, os genótipos ideais são RB002504, G9 e G11, e o genótipo G6 apresentou adaptabilidade a ambientes favoráveis.

Agradecimentos

À Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, pela contribuição e apoio à pesquisa. Às unidades produtoras, Usina Bom Jesus, Usina Cucaú, Usina Maravilhas, Usina Central Olho D'Água e Usina Pumaty pelo apoio logístico e de infraestrutura para execução dos trabalhos de campo e laboratório.

Referências

BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D.; SILVEIRA, L. C. I.; PETERNELLI, L. A. **Estratégias de melhoramento genético da cana-de-açúcar em universidades.** In: IX Simpósio sobre seleção recorrente. Lavras: UFLA, ago, 2005.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. CAVALCANTI, F. J. A. 2 ed. Recife, Instituto de Pesquisa Agropecuária, 198p, 1998.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 307p. 2004.

COCHRAN, W. G. Improvement by means of selection. In: BERKELEY SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PRODUCTION, 2. Proceedings. [S.L.: s.n.] p.449-470, 1954.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de cana-de-açúcar - safra 2011/2012, segundo levantamento, agosto/2011**. Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2011.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, 2,ed, Viçosa: UFV. 309 p. 2001.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa (MG), 382p, 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 480 p, 2004.

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

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 2. ed. Piracicaba: EME, 240p, 2003.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

FERREIRA, A.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; BASSINELLO, A. I.; SILVA, M. F. **Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.761-767, 2005.

FERREIRA, D. F.; DEMÉTRIO, C. G. B.; MANLY, B. F. J.; MACHADO, A. A.; VENCOVSKY, R. **Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding.** Cerne, v.12, p.373-388, 2006.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. **The analysis of adaptation in a plant-breeding programme.** Australian Journal of Agricultural Research. v.14, p.742-754, 1963.

MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. **Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar.** I. Interacciones dentro de una localidad experimental. Revista Agronómica del Nordeste Argentino. v.13, p.105-127, 1976.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; RESENDE, M. D. V.; ZENI NETO, H. **Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos.** Scientia Agrária. v. 9, n. 3, p.269-274, 2008.

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO – RIDESA. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar.** RIDESA, Curitiba, 136 p 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. **A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance.** *Biometrics.* v. 30, n.2, p. 507-512, 1974.

SILVEIRA, L. C. I. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais.** Dissertação de Mestrado - Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade - UFPR. Curitiba, 60 p, 2011.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. **Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification.** Theoretical Applied Genetics. v.53, p.89-91, 1978.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

ZENI NETO, H. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones RB (República do Brasil) precoces de cana-de-açúcar no Estado do Paraná.** Dissertação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal. Universidade Federal do Paraná – Curitiba. 78p, 2007.

CAPÍTULO IV

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Genetic divergence among clones RB of sugarcane in the state of Pernambuco**RESUMO**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a substituição de variedades tem contribuído bastante para um eficiente aumento na produtividade. Neste sentido, estudos da seleção de parentais para cruzamentos são imprescindíveis. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a divergência genética entre 11 clones RB de cana-de-açúcar, na fase final da experimentação, no Estado de Pernambuco, por meio de técnicas multivariadas, com base em sete características agroindustriais para auxiliar a seleção de progenitores potenciais a serem usados em futuros cruzamentos pelo PMGCA da RIDESA conduzido pela EECAC/UFRPE.

O experimento foi instalado em área da Usina Maravilhas, Goiana/PE, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas com cinco sulcos de oito metros com espaçamento de 1,0 m. Foram mensuradas as variáveis tonelada de pol por hectare (TPH), tonelada de cana por hectare (TCH); pol% corrigido (PCC), fibra (FIB), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (brix) e açúcar total recuperável (ATR). Foi utilizada a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Foram aplicados o método hierárquico de ligações médias (UPGMA) e o método de otimização de Tocher. Os resultados evidenciaram que os pares de genótipos que podem ser indicados para cruzamentos, com possibilidade de êxito na produção de híbridos de maior efeito heterótico, são: G1 e G6, G1 e G5, G1 e G8 e, ainda, G8 e G9. As características que mais contribuíram para a divergência genética entre os genótipos avaliados foram PCC, PZA e ATR.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, agrupamento, análise multivariada.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest sugarcane producer and the replacement of varieties has contributed greatly to an effective increase in productivity. In this sense, studies of parental selection for crossings are essential. The objective of this research was to evaluate the genetic divergence among 11 RB sugarcane clones, in the final phase of the trial, in the State of Pernambuco, by multivariate techniques based on seven agribusiness characteristics to assist the selection of parents potential to be used in future crossings by PMGCA/RIDESA conducted by EECAC/UFRPE. The experiment was installed in the Maravilhas sugar mill, Goiana / PE, using the experimental of randomized block design with four replications and plots with five eight-meter furrows with spacing of 1.0 m. The variables were measured in ton per hectare (TPH), ton of cane per hectare (TCH), pol% corrected (CCP), fiber (FIB), purity (PZA), soluble solids content (brix) and total recoverable sugar (TRS). The Mahalanobis distance was used as dissimilarity measure. We applied the method of hierarchical links averages (UPGMA) and the Tocher optimization method. The results showed that the pairs of genotypes that may be suitable for breeding, with the possibility of successful production of hybrids of higher heterotic effect, are: G1 and G6, G5 and G1, G1, G8, and yet, G8 and G9. The characteristics that contributed the most to the genetic divergence between the genotypes were PCC, TRS and PZA.

Key words: *Saccharum* spp, group, multivariate analysis.

Introdução

A agricultura brasileira desempenha um papel muito importante no desenvolvimento do País, gerando emprego, renda e divisas. Nesse contexto está inserida a cana-de-açúcar, matéria-prima para a fabricação do açúcar e do etanol, além de outros subprodutos, tendo nos

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

colocado como líder mundial no setor. A cana-de-açúcar está ligada diretamente à própria história e desenvolvimento do Brasil (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

O potencial de produção e o papel fundamental da cana-de-açúcar e de seus subprodutos, tanto na agricultura quanto na indústria, fazem dessa cultura uma das mais importantes atividades da agroindústria nacional (LERAYER et al., 2009). Entretanto, seu grande incremento, ocorreu nas últimas três décadas do século XX, em decorrência do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL).

A cana-de-açúcar é também produtora de utilidades alimentícias, combustível renovável, energia elétrica, indústria química, entre outros. Esta representatividade como uma importante fonte de divisas para a economia do País está consubstanciada nas exportações de açúcar e álcool, principalmente para os mercados europeu e norte-americano (SIMÕES NETO et al., 2005).

É grande a demanda nacional e mundial pelos derivados da cana-de-açúcar. Como reflexo, observam-se constantes aumentos na área de cultivo, produção e produtividade (CONAB, 2011).

Diante da magnitude destes números, os estudos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar são de fundamental importância para manter rentabilidade e sustentabilidade no setor sucroenergético.

Os trabalhos desenvolvidos pelos dos programas de melhoramento genético desta cultura contribuíram de forma expressiva para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro nacional, com a liberação de variedades mais produtivas e mais resistentes a pragas e doenças. A seleção e recomendação de variedades de elevado potencial produtivo é o principal objetivo das instituições de pesquisa em melhoramento genético. Contudo, a seleção de genótipos superiores em cana-de-açúcar não é tão simples quanto possa parecer. O processo é bastante

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

oneroso e demorado, em média, são necessários de 11 a 13 anos para lançar uma nova variedade (BARBOSA et al., 2005).

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações e possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasmas (CRUZ; CARNEIRO, 2003), pois geram informações úteis para a preservação e o uso dos acessos (TOQUICA et al., 2003).

A estimativa da divergência genética é de grande importância para os programas de melhoramento genético, pois esta pode fornecer parâmetros para a identificação de progenitores, adequados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação em recombinações, possibilitando, assim, o aparecimento de genótipos transgressivos, permitindo também, a seleção de maior número de clones promissores. A utilização da distância genética por meio de características fenotípicas representa uma técnica auxiliar de grande importância para os programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis.

Em cana-de-açúcar esses estudos assumem fundamental importância, pois com o passar dos anos as variedades comerciais apresentam sérios declínios nos rendimentos agrícolas e industriais (MAMEDE et al., 2002). Assim sendo, é muito importante se avaliar a divergência genética entre genótipos promissores e variedades comerciais amplamente cultivadas, que já apresentem um conjunto de genes de interesse, de forma que, através de cruzamentos direcionados aumente-se a possibilidade de obtenção de materiais genéticos superiores.

A divergência genética pode ser avaliada através de métodos preditivos que levam em consideração caracteres agronômicos, bioquímicos, morfológicos e moleculares. No caso específico da cana-de-açúcar, a divergência genética pode ser estimada avaliando-se as seguintes características: altura da planta, perfilhamento, tipo de despalhe, diâmetro e número

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

de colmos, comprimento de entrenós, tipo de gemas, TCH, TPH, BRIX, PCC, entre outros (SHIMOYA et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre onze clones RB e duas variedades-padrão de cana-de-açúcar, por meio de técnicas multivariadas, com base em sete características agroindustriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Estado de Pernambuco, em área agrícola da Usina Maravilhas localizada no município de Goiana (07°33'38"S, 35°00'09"W e 13 m de altitude), parceira do PMGCA/UFRPE/RIDESA, na primeira soca, durante o ano agrícola 2008/2009 em Espodossolo Humilínio Órtico (Eko).

Foram avaliados 13 genótipos de cana-de-açúcar, sendo 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais utilizadas como testemunhas, RB863129 e SP79-1011 (Tabela 1). Este experimento fez parte da fase final de avaliação de clones do PMGCA da UFRPE, vinculado a RIDESA. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 5 sulcos de 8 m, com espaçamento de 1,0 m entre linhas.

A implantação do experimento foi realizada no mês de julho 2006, com densidade média de 18 gemas por metro linear de sulco. Foram retiradas amostras de solo para análise sendo realizada a correção e a adubação de acordo com a recomendação atual para o Estado de Pernambuco (CAVALCANTI, 1998).

Aos 15 meses após o plantio foi realizada a colheita da cana planta e os dados utilizados em outro estudo. Os dados das variáveis utilizadas neste estudo foram coletados durante a colheita realizada aos 12 meses após o primeiro corte (cana soca) na safra agrícola 2008/2009. Foram mensuradas as variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR. A produtividade

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

foi obtida efetuando-se a pesagem de cada parcela para cálculo do TCH por meio da seguinte equação: peso da parcela x 10/área útil da parcela. O TPH foi obtido por meio da expressão $TCH \times PCC/100$ (OLIVEIRA et al., 2008), sendo o PCC obtido a partir da análise tecnológica de 10 colmos, amostrados aleatoriamente dentro de cada parcela. As variáveis PCC, FIB, PZA e ATR, foram calculadas de acordo com a metodologia apresentada por Fernandes (2003).

Tabela 1. Identificação dos 11 clones RB da série 2000 e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, avaliados no experimento conduzido na Usina Maravilhas, no município de Goiana - Pernambuco, nos anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, com respectivos genitores e procedência.

Clones/variedades	Genitores		Procedência
	Feminino	Masculino	
RB002504*	SP80-1816	?	RIDESA
G2**	CB47-355	RB75126	RIDESA
G3**	SP79-2313	?	RIDESA
G4**	Co419	?	RIDESA
G5**	IAC68-12	?	RIDESA
G6**	RB835205	?	RIDESA
G7**	RB732577	SP79-1011	RIDESA
G8**	B42231	?	RIDESA
G9**	SP79-1011	RB732577	RIDESA
G10**	RB865554	MY55-14	RIDESA
G11**	SP80-185	Q126	RIDESA
RB863129***	RB763411	?	RIDESA
SP79-1011***	NA56-79	Co775	COPERSUCAR

* Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESA, durante a realização dessa pesquisa.

** Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESA da série 2000.

*** Variedades comerciais utilizadas como testemunhas.

O brix foi mensurado com refratômetro de laboratório, através da leitura de amostras do caldo de dez colmos retirados ao acaso de cada parcela.

A análise de variância individual foi realizada para todas as características (Tabela 2) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade (Tabela 3). A partir das médias dos valores estatísticos do segundo corte foi utilizado o método de otimização de Tocher (RAO, 1952) como técnica de agrupamento. Para construção do dendrograma, utilizou-se o método hierárquico da ligação média entre grupo UPGMA, desenvolvido por Sokal e Michener (1958), com base na Distância Generalizada de Mahalanobis (1936). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo genético-estatístico Genes (CRUZ, 2006).

Tabela 2. Resumo da análise de variância e parâmetros genéticos estimados, no segundo corte, para TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR em 13 genótipos de cana-de-açúcar, na Usina Maravilhas (Goiana – PE), no ano agrícola 2008/2009.

Variáveis	Quadrado Médio		Média Geral	CV (%)	ϕ^2_g	ϕ^2_e	h^2	CV _g	CV _g /CV _e
	Genótipos	Resíduo							
TPH	11,09**	2,55	6,98	22,90	2,13	0,63	76,94	20,92	0,91
TCH	503,93**	116,82	46,65	23,16	96,77	29,20	76,81	21,08	0,91
FIB	0,86 ^{ns}	0,55	14,48	5,16	0,07	0,13	35,15	1,89	0,36
PCC	0,59 ^{ns}	0,54	15,06	4,89	0,01	0,13	8,29	0,73	0,15
PZA	6,89 ^{ns}	4,43	87,13	2,41	0,61	1,10	35,60	0,89	0,37
BRIX	0,91 ^{ns}	0,60	21,32	3,63	0,07	0,15	34,02	1,30	0,35
ATR	40,37 ^{ns}	35,28	146,91	4,04	1,27	8,82	12,59	0,76	0,18

** e * : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

^(ns): não significativo, pelo teste F

ϕ^2_e : Componente de variância ambiental

ϕ^2_g : Componente de variância genotípica

h^2 : Herdabilidade média

CV_g: Coeficiente de variação genético

CV_g/CV_e: Índice b

Tabela 3. Valores médios das variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR, avaliadas na fase de experimentação no segundo corte de 13 genótipos de cana-de-açúcar, em ensaio conduzido na Usina Maravilhas, Goiana - Pernambuco, no ano agrícola 2008/2009.

Variedades	TPH (t/ha)	TCH (t/ha)	FIB (%)	PCC (%)	PZA (%)	BRIX(%)	ATR
G9	9,62 a	63,25 a	14,12 a	15,33 a	88,39 a	21,25 a	148,51 a
RB002504	9,27 a	64,00 a	15,13 a	14,72 a	89,11 a	20,62 a	142,19 a
RB863129	8,67 a	59,25 a	13,87 a	14,75 a	85,90 a	20,97 a	145,03 a
G7	8,61 a	55,25 a	14,40 a	15,67 a	87,29 a	22,12 a	152,52 a
SP791011	7,24 b	47,75 b	15,22 a	15,20 a	87,16 a	21,80 a	148,09 a
G3	7,15 b	48,25 b	14,48 a	14,83 a	87,69 a	20,87 a	144,35 a
G10	6,99 b	46,50 b	13,86 a	15,12 a	87,32 a	21,12 a	147,39 a
G11	6,39 b	43,50 b	14,39 a	14,85 a	85,67 a	21,35 a	146,03 a
G4	6,37 b	43,50 b	14,06 a	14,73 a	84,77 a	21,27 a	145,64 a
G6	5,54 b	37,00 b	14,27 a	14,78 a	86,41 a	21,10 a	145,11 a
G2	5,29 b	34,75 b	14,65 a	15,43 a	88,31 a	21,62 a	149,47 a
G8	5,00 b	32,00 b	15,13 a	15,76 a	88,66 a	22,17 a	152,20 a
G5	4,57 b	31,50 b	14,68 a	14,62 a	86,41 a	20,95 a	143,32 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

* Clones do PMGCA/UFRPE/RIDESA da série 2000.

** Variedade liberada em 2010, pela UFRPE/RIDESA, durante a realização desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, encontram-se inseridos os valores de dissimilaridade gerados pela Distância Generalizada de Mahalanobis, entre os 13 genótipos de cana-de-açúcar avaliados nesta pesquisa.

A análise das distâncias (D^2) identificou as combinações entre os genótipos G1 e G6 (20,66), G1 e G5 (18,62), G1 e G8 (16,05) e G8 e G9 (16,03), como sendo os pares de

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

genótipos mais divergentes, podendo ser indicados para utilização em hibridações biparentais com possibilidade de se obter genótipos heterozigotos promissores.

Tabela 4. Matriz de dissimilaridade entre 13 genótipos de cana-de-açúcar, utilizados em experimentos no estado de Pernambuco, quantificada pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2).

Genótipo	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
RB002504	0	12,98	7,13	13,28	18,62	20,66	8,80	16,05	5,52	11,25	11,41	8,01	7,85
G2		0	4,70	5,00	3,83	6,94	8,86	1,19	11,43	3,75	2,76	9,36	4,62
G3			0	3,90	4,40	4,70	5,45	9,28	3,78	1,17	2,75	3,74	3,32
G4				0	5,66	5,49	4,53	8,52	7,54	2,45	0,67	3,27	4,28
G5					0	1,36	14,14	6,96	13,56	4,08	3,99	12,32	7,63
G6						0	13,04	11,01	11,01	3,58	4,82	11,74	9,01
G7							0	11,46	3,81	5,48	4,56	2,85	2,93
G8								0	16,03	8,38	5,43	14,38	5,96
G9									0	4,67	7,47	4,37	6,72
G10										0	1,94	3,63	4,88
G11											0	3,52	2,32
RB863129												0	4,67
RB79-1011													0

O maior valor de divergência genética estimado pela Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2), referente aos 13 genótipos de cana-de-açúcar analisados, foi de $D^2 = 20,66$, observado entre os genótipos G1 e G6, o primeiro proveniente de policruzamentos com o progenitor feminino SP80-1816 e o segundo de cruzamento biparental entre as variedades CB47-335 e RB75126, que devem ter contribuído para a maior dissimilaridade existente entre eles.

A menor distância ($D^2 = 1,17$) foi obtida entre os genótipos G3 (SP79-2313 x ?) e G10 (RB865554 x MY55-14), determinando a maior similaridade entre os genótipos para as características consideradas, o que sugere haver algum parentesco entre seus ascendentes.

Também foram encontrados valores elevados para o genótipo RB002504 quando combinado com os genótipos G5, G8 e G9. Tais genótipos merecem considerável atenção na seleção de materiais para posteriores cruzamentos, pois, devido à divergência genética, espera-se a produção de híbridos de maior efeito heterótico.

Na Figura 1, é apresentado o dendrograma de dissimilaridade obtido pelo método hierárquico do tipo UPGMA, o qual possibilitou a formação de dois grandes grupos. O primeiro formado pelos genótipos G4, G11, G3, G10, SP79-1011, G7, RB863129, G9, G2, G8, G5 e G6. O segundo grupo formado apenas pelo genótipo G1.

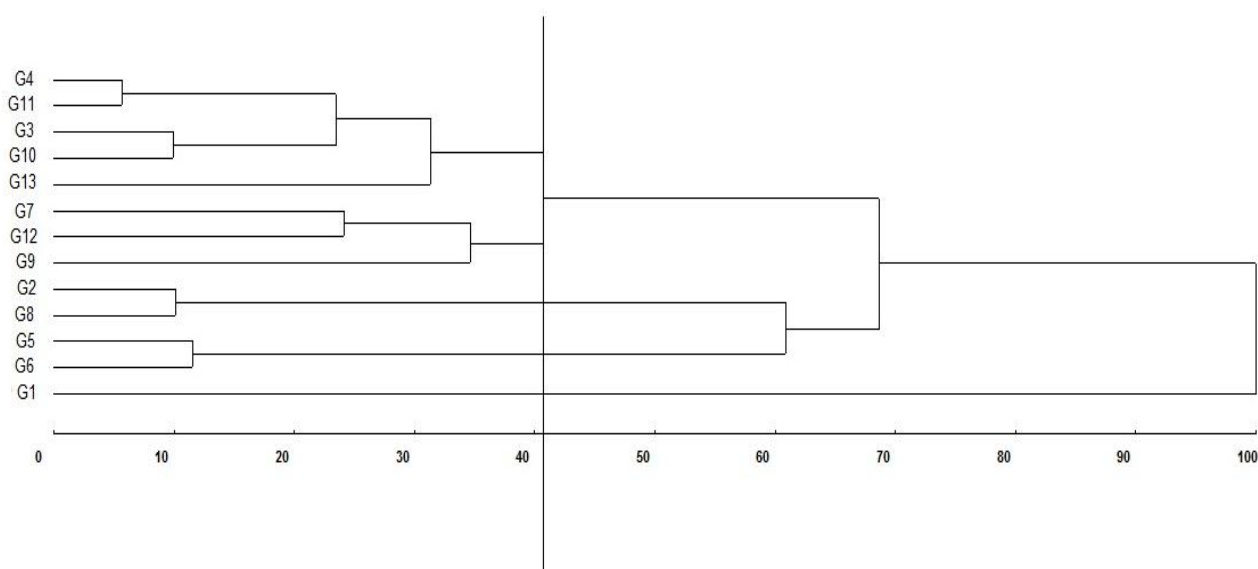


Figura 1. Dendrograma ilustrativo do padrão de dissimilaridade, estabelecido pelo método das ligações médias entre grupos (UPGMA), com base na Distância Generalizada de Mahalanobis (D2), para os 11 genótipos RB e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar.

Estes resultados indicam que o grupo I representa, aproximadamente, 92 % dos genótipos estudados, no qual há grande similaridade entre os genótipos que o formam, portanto não são recomendados para cruzamentos artificiais si.

Observa-se ainda, que o primeiro grupo pode ser dividido em três sub-grupos 1A, 1B e 1C, a um corte de aproximadamente 40% de dissimilaridade, assim distribuídos: o sub-grupo

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

1A formado pelos genótipos G4, G11, G3, G10, SP79-1011, G7, RB863129 e G9. O subgrupo 1B formado pelos genótipos G2 e G8, e o subgrupo-grupo 1C formado pelos genótipos G5 e G6.

Através do método de otimização de Tocher (Tabela 5), para os 13 genótipos avaliados, constatou-se a formação de 4 grupos distintos, onde o grupo I, mais representativo, reteve a maior parte dos genótipos avaliados com 37,50% do total (G4, G11, G10, G3, G12, G13, G7 e G9). O grupo II foi formado por 3 genótipos (G2, G8 e G5), correspondendo a 23,08% do total, e os grupos III (G6) e IV (G1), correspondendo, cada um, a 19,75% do total, foram formados por apenas 1 genótipo.

Tabela 5. Agrupamento de 13 genótipos de cana-de-açúcar obtido pelo método de otimização de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis.

Grupos	Acessos								%
1	G4	G11	G10	G3	RB863129	SP79-1011	G7	G9	37,50
2	G2	G8	G5						23,08
3	G6								19,75
4	G1								19,75

A homogeneidade existente dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os mesmos, são mantidas através do método de otimização de Tocher. Desta forma, o maior número de indivíduos em um determinado grupo indica que eles apresentam maior similaridade genética e os indivíduos enquadrados no último grupo apresentam maior divergência em relação aos que formam o primeiro grupo (ELIAS et al., 2007).

O maior interesse dos fitomelhoristas, baseando-se no distanciamento genético encontrado através do método de otimização de Tocher, deve voltar-se para a realização de

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

hibridações entre os genótipos que formaram grupos distintos no dendrograma. Desta forma, aumentam-se as perspectivas para a obtenção de materiais genéticos superiores, os quais deverão apresentar maior número de alelos favoráveis relacionados à produtividade.

Os dois métodos (UPGMA e Tocher) apresentaram resultados semelhantes quanto à formação dos grupos de similaridade, o que dá maior credibilidade às análises desta pesquisa. As características que mais contribuíram para a divergência genética entre os genótipos avaliados foram PCC, PZA e ATR, correspondendo a 70,91% do total (Tabela 6).

Tabela 6. Contribuição relativa de sete características agroindustriais para divergência genética entre 11 genótipos RB e duas variedades comerciais de cana-de-açúcar

Características	s. j	Valor (%)
PCC	2.201,46	37,13
PZA	1.263,66	21,31
ATR	739,33	12,47
TPH	694,79	11,72
TCH	491,16	8,28
BRIX	441,09	7,44
FIB	96,78	1,63

S.j: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i', (SINGH, 1981).

Em um estudo sobre divergência genética, entre 11 genótipos RB das séries 98 e 99 e 7 variedades comerciais de cana-de-açúcar, Silva et al (2011), observaram que entre as variáveis analisadas as que mais contribuíram para divergência genética foram PCC, TCH e BRIX.

CONCLUSÕES

Com base no estudo da divergência genética, os pares de genótipos que podem ser indicados para cruzamentos, com possibilidade de êxito na produção de híbridos de maior efeito heterótico, são: G1 e G6, G1 e G5, G1 e G8 e ainda G8 e G9, pois são os pares que apresentaram maiores dissimilaridades genéticas, podendo gerar genótipos superiores e as características que mais contribuíram para a divergência genética entre os genótipos avaliados foram PCC, PZA e ATR.

Os dois métodos (UPGMA e Tocher) apresentaram resultados semelhantes quanto à formação dos grupos de similaridade, o que dá maior credibilidade às análises desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, pela contribuição e apoio à pesquisa. À unidade produtora Usina Maravilhas, pelo apoio logístico e de infraestrutura para execução dos trabalhos de campo e laboratório.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D.; SILVEIRA, L. C. I.; PETERNELLI, L. A. **Estratégias de melhoramento genético da cana-de-açúcar em universidades.** In: IX Simpósio sobre seleção recorrente. Lavras: UFLA, ago, 2005.
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação).** CAVALCANTI, F. J. A. Coord. 2 ed. Recife, Instituto de Pesquisa Agropecuária, 198p, 1998.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 307p, 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de cana-de-açúcar - safra 2011/2012, segundo levantamento, agosto/2011.** Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2011.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa (MG), 382p, 2006.

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

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, Adriana.; VOGT, G. A. **Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão preto em Santa Catarina**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n.10, p.1443-1449, 2007.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2. ed. Piracicaba: EME, 240p, 2003.

LERAYER, A.; VILLARI, A. C.; MARQUES, D.; ROMANO, E.; BEAUCLAIR, E. G. F de.; FERRO, J.; MENOSSI, M.; MATSUOKA, S. **Conselho de Informações sobre Biotecnologia – CIB. Guia da cana-de-açúcar**. Avanço científico beneficia o País. Setembro, 2009.

MAHALANOBIS, P. C. **On the generalized distance in statistic**. Proceedings of the National Institute of Science. v.2, n.1, p. 9-55, 1936.

MAMEDE, R. Q.; BASSINELO, A. I.; CASA GRANDE, A. A.; MIOQUE, J. Y. J. **Potencial produtivo de clones RB de cana-de-açúcar no município de Nova Europa – SP**. STAB: açúcar, álcool e subprodutos. 20: 32-35, 2002.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; RESENDE, M. D. V.; ZENI NETO, H. **Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos**. Scientia Agrária. v. 9, n. 3, p.269-274, 2008.

RAO, C. R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons. 390p, 1952.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. **A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance**. Biometrics. v. 30, n.2, p. 507-512, 1974.

SHIMOYA, A.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, R. P.; PEREIRA, A. V.; CARNEIRO, P. C. S. **Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 37: 971-980, 2002.

SILVA, G. C.; OLIVEIRA, F. J.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J.; SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T. **Divergência genética entre genótipos de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Recife, v.6, n.1, p.52-58, 2011.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T.; CHAVES, A.; LIMA, R. O. R. Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária - Boletim Técnico. 28p, 2005.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, v.41, n.1, p.237-245, 1981.

SOKAL, R. R.; MICHENER, D. **A statistical method for evaluation systematic relationships.** *University of Kansas Scientific Bulletin*. n.38, p.1409-1438, 1958.

TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M. C.; TOHME, J. **Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon Department in Colombia. Characterization by AFLPs of *Capsicum*.** *Genetic Resources and Crop Evolution*. v.50, n.6, p.639-647, 2003.

ANEXOS

DESEMPENHO AGROINDUSTRIAL, ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PERNAMBUCO

Semina: Ciências Agrárias

Submissões

- ✦ » [Submissões Online](#)
- ✦ » [Diretrizes para Autores](#)
- ✦ » [Declaração de Direito Autoral](#)
- ✦ » [Política de Privacidade](#)

Submissões Online

Já possui um login/senha de acesso à revista Semina: Ciências Agrárias?

[ACESSO](#)

Não tem login/senha?

[ACESSE A PÁGINA DE CADASTRO](#)

O cadastro no sistema e posterior acesso, por meio de login e senha, são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso.

Diretrizes para Autores

Taxa de Submissão de novos artigos: R\$ 50,00

A Taxa de Publicação (trabalhos aprovados) será de acordo com o número de páginas do manuscrito:

Até 9 páginas: R\$ 150,00

De 10 a 15 páginas: R\$ 200,00

De 15 a 19 páginas: R\$ 250,00

De 20 a 25 páginas: R\$ 300,00

O **comprovante de depósito** deverá ser digitalizado e anexado no sistema como documento suplementar

Depósito em nome do ITEDES

Banco do Brasil (001)

Agência: 1212-2

Conta corrente: 43509-0

Caixa Econômica Federal (104)

Agência: 3076

Conta corrente: 0033-4

Itaú (341)

Agência: 3893

Conta corrente: 29567-9

Normas editoriais para publicação na Semina: Ciências Agrárias, UEL.

Categorias dos Trabalhos

- a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- b) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas.

Apresentação dos Trabalhos

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português, inglês ou espanhol, no editor de texto Word for Windows, com espaçamento 1,5, em papel A4, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, com margens esquerda e direita de 2 cm e superior e inferior de 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas, de acordo com a categoria do trabalho. Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e Tabelas serão numeradas em algarismos arábicos e devem estar separadas no final do trabalho.

As figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões. As legendas das figuras deverão ser colocadas em folha separada obedecendo à ordem numérica de citação no texto. Fotografias devem ser identificadas no verso e desenhos e gráfico na parte frontal inferior pelos seus respectivos números do texto e nome do primeiro autor. Quando necessário deve ser indicado qual é a parte superior da figura para o seu correto posicionamento no texto.

Preparação dos manuscritos

Artigo científico:

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

A apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:

1. *Título do trabalho*, acompanhado de sua tradução para o inglês.
2. *Resumo e Palavras-chave*: Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (*Abstract e Key words*).
3. *Introdução*: Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.
4. *Material e Métodos*: Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.
5. *Resultados e discussão com conclusões ou Resultados, Discussão e Conclusões*: De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.
6. *Agradecimentos*: As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

Observações:

Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biosegurança e ética.

Notas: Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Figuras: Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

Tabelas: As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

Grandezas, unidades e símbolos: Deverá obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. Citações dos autores no texto: Deverá seguir o sistema de chamada alfabética seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

- a) Os resultados de Dubey (2001) confirmam que
- b) De acordo com Santos et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....
- c) Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....
- d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et. al., 1992).
- e) [...]comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

Citações com três autores

Dentro do parêntese, separar por ponto e vírgula.

Ex: (RUSSO; FELIX; SOUZA, 2000).

Incluídos na sentença, utilizar vírgula para os dois primeiros autores e (e) para separar o segundo do terceiro.

Ex: Russo, Felix e Souza (2000), apresentam estudo sobre o tema....

Citações com mais de três autores

Indicar o primeiro autor seguido da expressão et al.

Observação: Todos os autores devem ser citados nas Referências Bibliográficas.

8. Referências Bibliográficas: As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes (única exceção à norma – item 8.1.1.2). A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores.

As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porem, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

Comunicação científica

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologia completas, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a seqüência – introdução, metodologia, resultados (podem ser incluídas tabelas e figuras), discussão, conclusão e referências bibliográficas.

Relato de caso

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, achados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Introdução com revisão da literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; Referências Bibliográficas.

Artigo de revisão bibliográfica

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os colaboradores poderão ser convidados a apresentar artigos de interesse da revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados relevantes próprios ou do grupo envolvido no artigo, com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Desenvolvimento do tema proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.

Outras informações importantes

- 1 A publicação dos trabalhos depende de pareceres favoráveis da assessoria científica "Ad hoc" e da aprovação do Comitê Editorial da Semina: Ciências Agrárias, UEL.
2. Não serão fornecidas separatas aos autores, uma vez que os fascículos estarão disponíveis no endereço eletrônico da revista (<http://www.uel.br/revistas/uel>).
3. Os trabalhos não aprovados para publicação serão devolvidos ao autor.
4. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do referido artigo para a revista. A reprodução de artigos somente é permitida com a citação da fonte e é proibido o uso comercial das informações.
5. As questões e problemas não previstos na presente norma serão dirimidos pelo Comitê Editorial da área para a qual foi submetido o artigo para publicação.
6. Informações devem ser dirigidas a:

<p>Universidade Estadual de Londrina Centro de Ciências Agrárias Departamento de Medicina Veterinária Preventiva Comitê Editorial da Semina Ciências Agrárias Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990 Londrina, Paraná, Brasil. Informações: Fone: 0xx43 33714709 Fax: 0xx43 33714714 Emails: vidotto@uel.br; csvjneve@uel.br</p>	<p>ou Universidade Estadual de Londrina Coordenadoria de Pesquisa e Pós-graduação Conselho Editorial das revistas Semina Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990 Londrina, Paraná, Brasil. Informações: Fone: 0xx43 33714105 Fax: Fone 0xx43 3328 4320 Emails: eglema@uel.br;</p>
---	--

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor".
2. **Devem ser preenchidos dados de autoria de todos os autores no processo de submissão.**

Utilize o botão "**incluir autor**"

3. **No passo seguinte preencher os metadados em inglês.**

Para incluí-los, após salvar os dados de submissão em português, clicar em "**editar metadados**" no topo da página - alterar o idioma para o inglês e inserir: título em inglês, abstract e key words. Salvar e ir para o passo seguinte.

4. A **identificação de autoria** do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação Cega por Pares](#).
5. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 2MB)
6. O texto está em espaço 1,5; fonte Time New roman de tamanho 11; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL);

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
7. URLs para as referências foram informadas quando necessário.

8. Taxa de Submissão de novos artigos

Declaração de Direito Autoral

Os **Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista são de direito do autor. Em virtude da aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

A revista se reserva o direito de efetuar, nos originais, alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical, com vistas a manter o padrão culto da língua e a credibilidade do veículo. Respeitará, no entanto, o estilo de escrever dos autores.

Alterações, correções ou sugestões de ordem conceitual serão encaminhadas aos autores, quando necessário. Nesses casos, os artigos, depois de adequados, deverão ser submetidos a nova apreciação.

As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

Semina: Ciências Agrárias

Londrina

-

PR

ISSN 1676-546X

E-ISSN 1679-0359



ISSN: 1806-6690

Submissões » Submissões Online

- » Diretrizes para Autores
- » Declaração de Direito Autoral
- » Política de Privacidade

Submissões Online

Já possui um Login/Senha para a revista **Revista Ciência Agronômica**? ACESSO Não tem Login/Senha?

CADASTRO DE USUÁRIOS

O cadastro no sistema e posterior acesso ou login são obrigatórios para submissão como também para verificar o estágio das submissões.

Diretrizes para Autores

O Cadastro e o login do autor responsável são obrigatórios para submissão de artigos online e acompanhamento da tramitação do artigo submetido.

ORIENTAÇÃO AOS AUTORES

Atenção: As normas estão sujeitas a alteração, portanto não deixe de consultá-las antes da submissão do artigo. As mesmas são válidas para todos os trabalhos submetidos à Revista Ciência Agronômica.

Um modelo de artigo pode ser visto em "MODELO ARTIGO" no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>

1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de artigos científicos-técnicos e notas científicas originais e não publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais.

A **Revista Ciência Agronômica - RCA** também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em Inglês e Espanhol. Em caso de autores não nativos destas línguas, o artigo deverá ser editado por uma empresa prestadora deste serviço e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através do campo "Transferir Documentos Suplementares".

Os trabalhos submetidos a RCA serão avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial e só então serão enviados para, pelo menos, dois (02) revisores da área e publicados, somente, se aprovados pelos revisores e pelo corpo editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, cabendo ao comitê editorial a decisão final do aceite. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. Artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores a posteriori.

2. Custo de publicação

O custo é de R\$35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada no formato final. No ato da submissão é requerido um depósito de R\$ 80,00 (oitenta reais) não reembolsáveis, valor este que será deduzido no custo final do artigo editorado e aceito para publicação. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA (ccarev@ufc.br).

No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome da:

REVCIENTAGRON ALEK

Banco do Brasil: Agência bancária: 4439-3 - Conta poupança: 13.215-2 Var 01

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior.

Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais que deverá ser assinada pelos respectivos autores e enviada através do campo "Transferir Documentos Suplementares";
2. Que todos os autores estejam cadastrados no sistema;
3. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título;
4. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

3. Formatação do Artigo

Digitação: no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo, fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

Estrutura: o artigo científico deverá obedecer a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências. Notas científicas não necessitam obedecer a estrutura do artigo, mas devem conter, obrigatoriamente, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract e key words.

Título: deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no máximo 15 palavras. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada) e referências a instituições colaboradoras.

Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, palavras-chave, abstract, ...) deverão ser escritos com apenas a inicial maiúscula, em negrito, justificado pela esquerda.

Autores: os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

O autor de correspondência deve ser identificado por um "*". Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas. Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos.

O modelo a ser adotado para a inserção do nome dos autores e da nota de rodapé na versão final do artigo deve seguir o apresentado no modelo de artigo (www.ccarevista.ufc.br)

Resumo e Abstract: devem começar com estas palavras, na margem esquerda, com apenas a inicial maiúscula, em negrito, contendo no máximo 250 palavras.

Palavras-chave (Key words): deve conter entre três e cinco termos para indexação, os quais não devem constar no título. Cada palavra-chave (key word) deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

Introdução: deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de 550 palavras.

Citação de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002); com três ou mais autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

Tabelas: devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço duplo. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. Veja a tabela presente no modelo de artigo (www.ccarevista.ufc.br)

Figuras: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar "softwares" compatíveis com "Microsoft Windows". A RESOLUÇÃO deve ser no mínimo 500 dpi e enviados em arquivos separados do arquivo de texto.

As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma "paisagem" ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estatística:

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato: $y = a + bx + cx^2 + \dots$

Agradecimentos: logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

Referências: deverão ser apresentadas em ordem alfabética de autores e de acordo com a NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A. Referente à Taxa de Submissão

O custo é de R\$35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada no formato final. No ato da submissão é requerido um depósito de R\$ 80,00 (oitenta reais) não reembolsáveis, valor este que será deduzido no custo final do artigo editorado e aceito para publicação. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA (ccarev@ufc.br).

No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome da:

REVCIENTAGRON ALEK

Banco do Brasil: Agência bancária: 4439-3 - Conta poupança: 13.215-2 Var 01

2. B. Referente ao trabalho

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agrônômica?

3. C. Referente à formatação

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman, tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?
7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla “TAB” ou a “barra de espaço”.
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo bem como o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave contêm entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa; apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?
14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação?
16. Lembre-se, não é permitido usar “enter” nas células que compõem a(s) tabela(s)
17. A(s) tabela(s), se existente, está no formato retrato?
18. A(s) figura(s) apresenta qualidade superior (resolução com no mínimo 500dpis)?
19. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho se encontram dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
20. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
21. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
22. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?
23. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

4. D. Observações:

24. Lembre-se que SE as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas dúvidas e pode servir como um modelo (acesso aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>). Não esqueça que o arquivo deve ter formato doc.

25. Caso suas respostas sejam todas AFIRMATIVAS seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas NEGATIVAS, seu trabalho irá retornar retardando o processo de tramitação.

Lembre-se: A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente no que concerne as referências, o mesmo terá a submissão cancelada e não haverá devolução da taxa de submissão. Portanto é muito importante que os autores verifiquem cuidadosamente se o artigo se encontra de acordo com as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.

26. Procure SEMPRE acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.

27. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

5. A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação Cega por Pares.

6. As tabelas e figuras seguem os padrões definidos em Instruções aos Autores, na seção Sobre a Revista

7. Os autores observaram cuidadosamente o questionário que se encontra no final das normas para publicação disponível em www.ccarevista.ufc.br

8. Os autores observaram cuidadosamente o modelo de artigo disponível em www.ccarevista.ufc.br

Declaração de Direito Autoral

Declaro em meu nome e em nome dos demais autores que aqui represento no ato da submissão deste artigo, à REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA que:

- 1.O conteúdo do artigo é resultado de dados originais e não publicados ou submetidos a outros periódicos.

- 2. Além do autor principal, todos os co-autores participaram suficientemente do trabalho para tornar públicas as respectivas responsabilidades pelo conteúdo.

3. Em caso de aceitação do artigo, os autores concordam que os direitos autorais a ele referentes se tornarão propriedade exclusiva da Revista Ciência Agronômica, vedada qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e que, se obtida, devem constar os agradecimentos à Revista Ciência Agronômica do Centro de Ciências Agrárias/UFC.

Política de Privacidade

Os artigos publicados pela Revista Ciência Agronômica são de acesso público em todo o seu conteúdo, tendo-se por base o princípio da divulgação gratuita do resultado das pesquisas, e assim gerar um maior intercâmbio do conhecimento. Essa política conduz a divulgação, expansão da leitura e citação do artigo científico de um autor.

Os nomes, endereços postais e endereço eletrônicos serão usados restritamente para atender os propósitos da Revista Ciência Agronômica, não sendo disponibilizados para outros fins.

Revista Ciência Agronômica ISSN 1806-6690 (online) 0045-6888 (impresso), www.ccarevista.ufc.br, ccarev@ufc.br

Fone: (85) 3366.9702, FAX: (085) 3366.9417 - Expediente: 2ª a 6ª feira - de 8 às 12h e 14 às 18h.



NORMAS PARA PUBLICAÇÃO REVISTA CIÊNCIA RURAL

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via [eletrônica](#) editados em idioma Português ou Inglês, todas as linhas deverão ser numeradas e paginados no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm, com no máximo, 25 linhas em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman, tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigos científicos, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações.** Cada figura e ilustração deverá ser enviado em arquivos separados e constituirá uma página. **Tabelas, gráficos e figuras não poderão estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista (www.scielo.br/cr).

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave e resumo e demais seções quando necessários.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.
TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques. 3.ed. New York** : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers) conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests **Tribolium confusum** (Coleoptera: Tenebrionidae), **Tenebrio molitor** (Coleoptera: Tenebrionidae), **Sitophilus granarius** (Coleoptera: Curculionidae) and **Plodia interpunctella** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de **Sitophilus oryzae** (L.), **Cryptolestes ferrugineus** (Stephens) e **Oryzaephilus surinamensis** (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico.** São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Capturado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. Transgênicos. **Zero Hora Digital**, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Capturado em 23 mar. 2000. Online. Disponível na Internet: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>.

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. 23 mar. 2000. Online. Disponível na Internet <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os **desenhos figuras e gráficos** (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos **300 dpi** em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderão ser utilizados.

13. Lista de verificação (Checklist [pdf](#) ou [doc](#))

14. A taxa de **tramitação** é de R\$ 40,00 e a de **publicação** é de R\$ 55,00 por página impressa. **A taxa de publicação somente deverá ser paga após a revisão final das provas do manuscrito pelos autores.** Professores do Centro de Ciências Rurais e os Programas de Pós-graduação do Centro têm os seus artigos previamente pagos pelo CCR, estando isentos da taxa de publicação. Trabalhos submetidos por esses autores, no entanto, devem pagar a taxa de tramitação. No caso de impressão colorida, todos os trabalhos publicados deverão pagar um adicional de R\$ 320,00 por página colorida impressa, independentemente do número de figuras na respectiva página.

Os **pagamentos** poderão ser efetuados por:

a) Transferência/depósito no Banco do Brasil, Agência 1484-2, Conta Corrente 250945-8 em nome da FATEC (CNPJ: 89.252.431/0001-59) - Projeto 96945. **A submissão do artigo obrigatoriamente deve estar acompanhada da taxa de tramitação**, podendo ser enviada

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

via fax (55 3220 8695/3220 8698) ou ainda enviado por email (cienciarural@mail.ufsm.br) para que se possa fazer a verificação e prosseguir com a tramitação do artigo (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

b) Solicitação de fatura ([.doc](#) ou [.pdf](#)). Nessa modalidade o formulário disponível deverá ser encaminhado devidamente preenchido via e-mail ou fax (55 3220 8695/3220 8698) para que possamos encaminhar a solitação a Fundação que administra os nossos recursos e esta encaminhará a fatura ao endereço especificado no formulário.

c) O pagamento da taxa de tramitação também pode ser feito por meio online através de **cartão de crédito** (VISA) através deste [link](#)

15. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

16. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

1. 17. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

2. Os **artigos científicos, revisões e notas** devem ser encaminhados via [eletrônica](#) e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no **lado inferior direito**.

O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12.

O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos:

Título (Português e Inglês);

Resumo;

Palavras-chave;

Abstract;

Key words;

Introdução com Revisão de Literatura;

Material e Métodos;

Resultados e Discussão;

Conclusão e Referências;

Agradecimento(s) e Apresentação;

Fontes de Aquisição;

Informe Verbal;

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com **letras maiúsculas seguidas do ano de publicação**, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery.** Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros.** Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid.** Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

13. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

14. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

15. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

COSTA, I. G. Desempenho Agroindustrial, Adaptabilidade, Estabilidade...

16. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.