

HERDABILIDADE E REPETIBILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

JOSÉ ANTONIO BRESSIANI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril de 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

B843h Bressiani, José Antonio
Herdabilidade e repetibilidade dos componentes da produção na cultura da cana-de-açúcar. Piracicaba, 1993.
68p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Repetibilidade fenotípica 2. Cana-de-açúcar - Herdabilidade 3. Cana-de-açúcar - Melhoramento I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.61

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio, carinho e incentivo prestados durante a realização do mesmo. Tenham certeza que a dedicação de vocês foi fundamental e não será jamais esquecida.

AGRADECIMENTOS

À Cooperativa Central dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR - pela autorização no acompanhamento dos experimentos e utilização dos dados. Espero, sinceramente, que os resultados sejam de grande utilidade no melhoramento desta cultura.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roland Vencovsky, pelo suporte prestado durante toda a elaboração do presente trabalho. Agradeço as horas contínuas que dedicou, melhorando não apenas a qualidade deste trabalho, mas também a minha formação acadêmica e profissional.

Meu agradecimento especial ao Eng^o Agr^o Jorge Alberto Gonçalves da Silva, da Copersucar, pela amizade, apoio e incentivo no início deste trabalho. Pelo planejamento do projeto de pesquisa e pela inter mediação junto à Copersucar no início das atividades.

Agradeço aos Eng^o Agr^o William Lee Burnquist, gerente da Divisão de Fitotecnia da Copersucar, e Guilherme Rossi Machado Jr., chefe da Divisão de Melhoramento da Copersucar, pela grande cooperação na realização deste trabalho, facilitando a coleta dos dados no campo, na análise e auxiliando na interpretação e discussão dos resultados.

Aos amigos Arnaldo José Raizer, Rubens I. C. Braga Jr. e Antonio Carlos Fernandes, todos da Copersucar, pelo incentivo, auxílio na análise dos dados e na discussão dos resultados. Agradeço também os técnico agrícolas da Divisão de Melhoramento da Copersucar, que participaram diretamente nos trabalhos de campo.

Minha comissão julgadora, Drs. Roland Vencovsky, Isaias Olívio Geraldi e William Lee Burnquist, merece minha gratidão por sua amizade e por me ensinar boa parte do que sei. Obrigado por me conscientizar o quão pouco sabemos e que a prática da pesquisa científica envolve uma aprendizagem contínua.

Finalmente, gostaria de prestar meus agradecimentos aos meus colegas da pós-graduação pela experiência obtida durante nossas conversas diárias e discussões nos trabalhos de casa. Agradeço também meus amigos, amigas e familiares no fornecimento de estímulo deste o início até a conclusão do presente trabalho.

SUMÁRIO

	página
AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xi
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Estimativa da herdabilidade	4
2.2. Estimativas de correlação fenotípica.....	9
2.2.1 Entre os componentes da produção e o peso médio dos colmos de cada indivíduo.	9
2.2.2 Correlação fenotípica entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.	13
2.3. Repetibilidade fenotípica entre as fases iniciais (Fase I, II e III) do programa de seleção clonal.	13
3. Material e métodos	18
3.1. População original	18
3.2 Experimentos	21
3.2.1 Experimento I.....	21
3.2.2 Experimento II.....	23
3.2.3 Experimento III.....	25
3.3. Análise dos dados.	26

3.3.1. Estimativa da herdabilidade em sentido restrito baseada na análise da regressão entre pais e filhos.	26
3.3.2. Estimativa da repetibilidade fenotípica.	29
3.3.2.1. Estimativas de repetibilidade fenotípica entre estádios de seleção a partir da análise da variância	29
3.3.2.2 Estimativas de repetibilidade fenotípica entre fases de seleção a partir da covariância.	31
3.3.3. Correlações fenotípicas entre caracteres dentro de fases de seleção.	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	36
4.1. Estimativas de Herdabilidade em sentido restrito.	36
4.2. Estimativas das correlações fenotípicas.	38
4.2.1. Correlações fenotípicas entre os caracteres componentes da produção: comprimento médio, diâmetro médio, número de colmos, Brix % caldo da cana e o peso dos colmos	38
4.2.2. Correlações fenotípicas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.	40
4.3. Estimativa da repetibilidade fenotípica.	45
5. CONCLUSÕES.	51
6. Referências bibliográficas.	54
7. ANEXOS.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela	página
01. Valores de herdabilidade para os componentes da produção de açúcar e do peso dos colmos nas Fases I, II e III, nos níveis de planta individual e da progênie, relatados na literatura.	6
02. Correlações fenotípicas $r_{F(x,y)}$ entre o peso médio dos colmos por parcela e os caracteres comprimento médio dos colmos (compr.), diâmetro médio dos colmos (diâmetro), número de colmos por parcela (colmos) e Brix % caldo de cana (Brix), relatados na literatura.....	12
03. Correlações fenotípicas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.....	14
04. Repetibilidades fenotípicas dos caracteres componentes da produção de cana entre as fases iniciais (Fases I, II e III) em programas de melhoramento da cana-de-açúcar, ao nível de plantas individuais.	16
04. (Continuação) Repetibilidades fenotípicas dos caracteres componentes da produção de cana entre as fases iniciais (Fases I, II e III) em programas de melhoramento da cana-de-açúcar, ao nível de plantas individuais.....	17
05. Relação dos cruzamentos utilizados para a obtenção da população original.	18
06. População base em cada experimento.....	19
07. Escala em mm do paquímetro especial utilizado para a avaliação do diâmetro médio dos colmos	22
08. Parâmetros estimados nos experimentos realizados.	26
09. Esquema da análise da variância baseada na regressão com as médias dos clones filhos (Y_{ij}), conforme PIMENTEL GOMES (1987).....	27
10. Esquema da análise da variância dos dados de "seedlings" (experimento I), envolvendo (E=2) dois cortes seqüenciais (estádios).....	30

11. Estimativas da herdabilidade em sentido restrito (h^2), com os respectivos erros associados a cada estimativa, para as fases II (estádios de planta e soca) e III (estádio de planta).....	35
12. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção de cana com o peso dos colmos para cada clone ("seedling").	38
13. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase I, estádios de planta e soca.....	40
14. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase II, estádios de planta e soca.....	41
15. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase III, estágio de planta.	42
16. Correlações fenotípicas ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os componentes: comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos e número de colmos nas três fases de seleção (fases I, II e III), reunidos em uma única tabela.....	43
17. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do comprimento médio dos colmos.....	44
18. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do diâmetro médio dos colmos.	45
19. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do número de colmos.	46
20. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do Brix % caldo da cana.....	47
21. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do peso dos colmos.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura	página
01. Esquema dos ensaios conduzidos.	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- x e y - caracteres em estudo;
- BP - cruzamento biparental (irmãos germanos);
- Fase I - primeira fase do programa de seleção de "seedlings". Cada "seedling" é representado por uma única touceira;
- Fase II - primeira fase de seleção clonal e segunda do programa de seleção de "seedlings". Clones são representados por um sulco de dois metros de comprimento;
- Fase III - segunda fase de seleção clonal e terceira fase do programa de seleção de "seedlings". Clones são representados por dois sulcos com seis metros de comprimento;
- compr. - comprimento médio dos colmos na unidade experimental;
- diam. - diâmetro médio dos colmos na unidade experimental;
- colmos - número de colmos na unidade experimental;
- Brix % caldo - porcentagem de sólidos solúveis no caldo da cana;
- Pol % caldo - porcentagem de sólidos aparente (sacarose) no caldo da cana;
- FV - fontes de variação;
- GL - número de graus de liberdade;
- SQ - soma de quadrados;
- SP - soma de produtos; sigla das variedades de cana Copersucar (São Paulo);
- E(QM) - esperança do quadrado médio;
- E(PM) - esperança do produto médio;
- l - número de repetições;
- J - número de tratamentos;
- k - número de observações por parcela;
- QM - quadrado médio;
- PM - produto médio;

- h_r^2 - estimativa da herdabilidade em sentido restrito;
- h_a^2 - estimativa de herdabilidade em sentido amplo;
- $r_{(x y)}$ - coeficiente de correlação entre os caracteres x e y;
- $\bar{r}_{F(x y)}$ - coeficiente de correlação fenotípica média entre os caracteres x e y;
- $CôV_{F(x y)}$ - estimativa de covariância fenotípica entre os caracteres x e y;
- σ_p^2 - variância entre indivíduos (genética entre indivíduos acrescida da ambiental permanente);
- σ^2 - variância ambiental entre indivíduos;
- $r_{F(x)}$ - coeficiente de repetibilidade fenotípica para o caráter x entre fases e estádios de seleção

HERDABILIDADE E REPETIBILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Autor: José Antonio Bressiani

Orientador: Prof. Dr. Roland Vencovsky

RESUMO

No presente trabalho, foram quantificados os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos, Brix % caldo da cana e o peso dos colmos na progênie de seis cruzamentos biparentais, em três fases de seleção (fases I, II e III), para os estádios de cana planta e cana soca. Os objetivos foram estimar parâmetros genéticos e fenotípicos como a herdabilidade em sentido restrito, as correlações fenotípicas entre os caracteres, as repetibilidades fenotípicas destes caracteres e a aplicação destes parâmetros no processo da seleção individual.

Estimativas de herdabilidade em sentido restrito (h_r^2) mostraram grande variação entre as fases de seleção, variando de 1,00 para o caráter comprimento médio dos colmos na fase II, estádio de planta, a 0,30, na mesma fase, no estádio de soca. Correlações fenotípicas ($\bar{r}_{F(x,y)}$) entre os caracteres componentes da produção foram baixas ($\bar{r}_{F(x,y)} \leq 0,30$), indicando que a seleção indireta para um caráter apenas não afeta substancialmente o outro caráter. O número de colmos apresentou alta correlação fenotípica com o peso dos colmos ($\bar{r}_{F(x,y)} \geq 0,69$) para todas as fases estudadas, com tendências de decréscimo entre as fases I e III. Este decréscimo dos valores de correlação entre o peso e o número de colmos, entre as fases I e III foi acompanhado por um acréscimo nos valores de $\bar{r}_{F(x,y)}$ entre o comprimento médio e o peso dos colmos.

Repetibilidades fenotípicas ($r_{F(x)}$) para os caracteres comprimento médio, diâmetro médio e número de colmos entre as fases I, II e III, mostraram valores intermediários assegurando a possibilidade de uma seleção eficiente destes caracteres logo na fase I. Dentre os caracteres estudados, o Brix % caldo da cana foi o que apresentou os maiores valores de $r_{F(x)}$ mantendo-se uniforme entre as fases avaliadas. Com relação ao peso dos colmos, as $r_{F(x)}$ foram baixas para a fase I e intermediárias para a fase II, indicando não constituir um bom critério de seleção na fase I.

Repetibilidades foram similares também entre os estádios de planta e soca em uma mesma fase de seleção para todas as características avaliadas, indicando que a seleção pode ser realizada com a mesma eficiência em qualquer um dos estádios. O melhorista reconhecendo o maior custo e tempo na realização da seleção no estádio de soca, deve optar por selecionar apenas na cana planta.

HERITABILITIES AND REPEATABILITIES OF YIELD COMPONENTS OF SUGARCANE.

Author: José Antonio Bressiani

Adviser: Prof. Dr. Roland Vencovsky

SUMMARY

Yield components were evaluated in three stages of clonal selection, both in plant and ratoon cane. Progeny of six biparental crosses were evaluated for: stalk number, stalk length, stalk diameter, Brix % cane as well as total weight of millable stalks. Phenotypic and genetic parameters such as narrow sense heritability, phenotypic correlation among traits as well as phenotypic repeatability, were calculated for all traits.

For heritabilities in narrow sense (h_r^2), a large variation was observed between different selection stages, ranging from 1.00 for stalk length in phase II in plant cane to 0.30 in the ratoon of the same stage. Phenotypic correlation among components of yield were generally low ($\bar{r}_{F(x,y)} \leq 0.30$), indicating that selection for one trait has little influence on the other. Stalk number showed significant correlation with weight of millable stalks ($\bar{r}_{F(x,y)} \geq 0.69$) in all selection stages, being greater in the first stages and smaller in the last. For stalk length and weight of millable stalks the correlation was greater in the later stages when compared to the initial stages of selection.

Phenotypic repeatabilities ($r_{F(x)}$) for stalk length, stalk diameter and stalk number between the three stages of clonal selection, were sufficiently large to permit selection in stage I. The highest repeatabilities were observed for Brix % juice. For millable stalk weight, repeatabilities were low for stages I and

intermediate in stage II indicating that selection should not be based on this trait in stage I.

Repeatabilities ($r_{F(x)}$) were similar for plant and ratoon cane for all evaluated traits, indicating that selections can be made in plant cane.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da herdabilidade no sentido amplo na expressão de características de interesse agrônomo é de fundamental importância na elaboração de um programa de seleção clonal (SKINNER, 1971). A teoria da genética quantitativa provê a base para uma interpretação não apenas da variância mostrada por caracteres quantitativos, mas, também, da covariância, descrevendo a maneira pela qual um determinado número de caracteres varia conjuntamente. Estas informações podem e devem ser utilizadas na predição de respostas à seleção diferencial e na detecção de associações genéticas existentes em uma população a ser melhorada (BROWN, et alii, 1969). A repetibilidade e a herdabilidade em sentido amplo, têm sido utilizadas com certa frequência em cana-de-açúcar com a finalidade de elevar o índice de eficiência dos métodos de seleção (MARIOTTI, 1973).

Tem sido prática a utilização de estimativas fenotípicas no estudo de populações híbridas. Tais estimativas são formadas por um componente de origem genética, por um componente de origem ambiental e pela interação entre eles. A ação diferenciada do ambiente entre localidades diferentes faz com que a interpretação das estimativas fenotípicas não possam ser estendidas a programas de melhoramento de outras regiões.

Além dos efeitos ambientais, existe um erro de determinação associado a cada estimativa, válido também para as estimativas genéticas, que é variável, podendo ser maior ou menor, dependendo das condições de experimentação adotadas, considerando que diferentes mecanismos operam, tanto ao nível ambiental quanto genético.

Observa-se a ocorrência de uma grande diversidade entre as estimativas de herdabilidade e repetibilidade presentes na literatura, dificultando a

escolha das estimativas mais aplicáveis às condições em que se realiza o melhoramento da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil.

O presente trabalho surge, então, com o objetivo de contribuir para a solução deste problema, estabelecendo estimativas de herdabilidade e repetibilidade apropriadas para as condições em que se desenvolve o melhoramento da cana-de-açúcar no Estado. O conhecimento de tais estimativas servirão para orientar o programa de melhoramento da cana-de-açúcar no Estado, em especial, o programa desenvolvido pela Cooperativa Central dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR.

As seguintes determinações genéticas, entres as primeiras fases de seleção (fases I, II e III), foram obtidas:

(a) Estimativa da herdabilidade no sentido restrito (h_r^2) dos caracteres agrônômicos componentes da produção agrícola da cana-de-açúcar. Estes caracteres são: comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos, Brix % caldo da cana e peso dos colmos;

(b) Estimativa de correlação fenotípica entre estes caracteres e, destes caracteres com o peso dos colmos;

(c) Estimativa da repetibilidade fenotípica destes mesmos caracteres entre as fases iniciais do programa de seleção clonal e de "seedlings".

2. REVISÃO DE LITERATURA

O conhecimento dos diversos parâmetros genéticos presentes em uma população são importantes na elaboração e direcionamento de um programa de melhoramento. A determinação da variabilidade genética, da herdabilidade no sentido amplo e no sentido restrito e, do avanço genético servem como ferramentas básicas para os melhoristas, durante diferentes etapas do desenvolvimento do programa. O sucesso de um programa de melhoramento irá depender da quantidade de variabilidade genética existente na população base a ser explorada, da herdabilidade do caráter que está sendo melhorado e da extensão do ganho genético possível para este caráter. A maioria dos programas de melhoramento de cana-de-açúcar baseiam-se em caracteres secundários para selecionar o caráter principal. Este fato é mais evidente nas fases iniciais de seleção clonal e de "seedlings" e baseia-se sobre respostas correlacionadas à produção (Simmonds, 1979¹, citado por SKINNER, 1982). Embora fosse preferencial a seleção direta para o caráter de importância, a seleção normalmente é feita não para ele, mas, sim, para caracteres correlacionados, tendo facilitada a sua aplicação.

De acordo com DUDLEY & MOLL (1969), a estimativa da variância genética, da covariância genética, da herdabilidade e do ganho de seleção são fundamentais em qualquer programa de melhoramento vegetal, uma vez que permitem que se possa responder as questões mais pertinentes relacionadas ao melhoramento, que são: (1) Existe variância genética suficiente dentro do banco de germoplasma de forma a permitir o melhoramento de um caráter de importância econômica?; (2) Qual o gasto (em termos de anos, locais, repetições, etc.) para se testar um material experimental?; (3) Qual seria o método que, mais

¹ Simmonds, N. W. Principles of Crop Improvement. London. Longman, p. 92. 1979.

eficiente e rapidamente, produziria um ganho aceitável no caráter que se deseja melhorar?; (4) Será o método empregado igualmente eficiente no melhoramento de todos os caracteres?

2.1. Estimativa da herdabilidade.

A herdabilidade pode ser definida de duas formas: A primeira, denominada de herdabilidade no sentido restrito (h_r^2), expressa a proporção da variância total que é atribuída ao efeito médio dos genes, sendo obtida pela relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica total (genética mais ambiental). A segunda, denominada de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), é dada pela relação entre a variância genética total e a variância fenotípica total. Em cana-de-açúcar, ambas as estimativas são empregadas.

As estimativas desta herdabilidades têm o papel de predizer o valor genotípico a partir de um valor fenotípico. Um resumo com os principais trabalhos de estimativa de h_a^2 e h_r^2 pode ser observado na tabela 1 para os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos, Brix % caldo da cana e para a produção dos colmos nas fases iniciais do programa de seleção clonal e de "seedlings".

Entre as primeiras estimativas de herdabilidade (h_r^2) realizadas para a cultura da cana-de-açúcar e relatadas na literatura, estão as de GEORGE (1959), obtidas nas ilhas Maurício, que trabalhou com cinco cruzamentos biparentais (tabela 1).

HOGARTH (1971a), na Austrália, estimou as herdabilidade no sentido restrito e no sentido amplo para os caracteres componentes da produção da cultura na cana-de-açúcar em dois experimentos, um látice 7x7 balanceado envolvendo 49 cruzamentos biparentais e um esquema hierárquico com três variedades utilizadas como fêmeas e outras três como machos. Ambos os experimentos foram plantados em out/64 com 24 e 36 "seedlings" por parcela respectivamente e avaliados em julho de 1965. Estimativas de herdabilidade em sentido restrito foram obtidas pela relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (herdabilidade no sentido restrito). Herdabilidades em sentido

amplo foram calculadas, pelo autor, pela relação entre a variância genética e a variância fenotípica. As estimativas de variância foram obtidas em função da unidade experimental que variou desde sub-parcelas com um único "seedling", até parcelas com uma progênie completa (24 e 36 "seedlings" respectivamente), em mais de uma repetição. Estimativas de h_a^2 ao nível da progênie foram altas em sua maioria. Por ter apresentado a maioria de suas estimativas superiores ao erro padrão, o autor concluiu que a variação genética existente foi suficiente para garantir ganhos na seleção, como já anteriormente descrito por BROWN et alii (1968). Para ambas as fases de seleção, I e II, a seleção realizada ao nível da progênie resultou em estimativas de g^2 e h^2 superiores às encontradas ao nível de plantas individuais. O autor recomendou, então, que a seleção nestas fases fosse realizada preferencialmente ao nível da progênie, uma vez que resultaria em ganhos maiores na seleção.

MARIOTTI (1973), na Argentina, trabalhando com progênies de três cruzamentos biparentais, com 9 caracteres do rendimento quantitativo e qualitativo da cana-de-açúcar, nas fases I e II de seleção, estimou a h_a^2 baseando-se na performance média da progênie (tabela 1). O autor comparou seus resultados aos obtidos por ele mesmo em um estudo anterior (MARIOTTI, 1972), na província Argentina de Tucuman e ressaltou que as diferenças encontradas deveriam ser atribuídas às diferenças ambientais e de manejo, específicas para cada localidade. O autor concluiu que as condições de crescimento podem e devem ter uma influência fundamental nas características fenotípicas manifestadas por uma determinada população e que a resposta à seleção, em consequência destes fatores, está diretamente associada à condição de crescimento da população que está sob seleção. Comparativamente às estimativas de HOGARTH (1971a), MARIOTTI (1973), o autor encontrou valores semelhantes para o peso dos colmos e valores bastante inferiores para o Brix % caldo de cana.

Tabela 1. Valores de herdabilidade no sentido amplo e no sentido restrito para os componentes da produção de açúcar e do peso dos colmos nas Fases I, II, III e IV, nos níveis de planta individual e da progênie, relatados na literatura.

Autor	Fase	Nível	Caráter				
			Compr.	Diâmetro	Colmos	Brix	Peso
Herdabilidade no sentido amplo							
GEORGE (1959)	I	1	0,63	0,49	0,37		
HOGARTH (1971a) Exp II	I	1	0,84		0,87	0,85	0,80
MARIOTTI (1973)	I/II	1	0,82	0,85	0,91	0,59	0,86
HOGARTH (1971a) Exp II	I	2	0,32		0,25	0,86	0,19
HOGARTH (1971a) Exp II	I	3	0,96		0,96	0,87	0,94
HOGARTH, et alii (1981)	I	2	0,21	0,3	0,13	0,27	
HOGARTH, et alii (1981)	I	1	0,4	0,71	0,51	0,53	
NAIR (1980)	II	1	0,65	0,69		0,62	0,73
SING (1981)	III	1	0,73	0,66	0,34	0,66	
BROWN (1965)	IV	2				0,49	
BROWN (1968)	IV	2	0,54		0,64	0,75	0,48
KANG (1983)	IV	3	0,84	0,94	0,82	0,88	0,81
Herdabilidade no sentido restrito							
HOGARTH (1971a) Exp I	I	1			0,86	0,41	0,81
HOGARTH (1971a) Exp I	I	2			0,23	0,27	0,21
HOGARTH (1971a) Exp I	I	3			0,95	0,44	0,93
HOGARTH, et alii (1981)	I	1	0,20	0,38	0,20	0,40	
HOGARTH, et alii (1981)	I	2	0,11	0,16	0,05	0,21	
HOGARTH, et alii (1981)	I	3	0,32	0,46	0,28	0,57	
HOGARTH, et alii (1981)	I	4	0,40	0,66	0,70	0,67	

Nível 1: estimativa obtida ao nível de progênie sem repetição dos indivíduos dentro da progênie;

Nível 2: estimativa obtida ao nível de plantas individuais;

Nível 3: estimativa obtida ao nível de progênie com repetição dos indivíduos dentro da progênie;

Nível 4: estimativa obtida ao nível de progênie com repetição dos indivíduos dentro da progênie baseada na regressão entre pais e filhos;

Compr. = comprimento médio dos colmos; Diâmetro = diâmetro médio dos colmos;

Colmos = número de colmos; Brix = Brix % caldo de cana; e Peso = peso dos colmos.

NAIR et alii (1980) estimaram a herdabilidade em sentido amplo e o avanço genético em 126 clones de "Saccharum officinarum", na Índia, em um experimento em blocos casualizados com 3 repetições, sendo cada parcela representada por um sulco de 3 metros de comprimento (tabela 1). Estimativas de h_a^2 encontradas foram consideradas altas pelos autores para todos os caracteres avaliados. Os autores citaram que para se conseguir um melhoramento razoável de um determinado caráter, este deveria apresentar altos índices de herdabilidade e variabilidade. Assim sendo, os resultados do presente estudo permitiram concluir que a produção, pode por si só, provê substancial subsídio para o melhoramento da cultura da cana-de-açúcar, bem como dois de seus componentes, a saber: o peso por colmo e o número de colmos por parcela.

SINGH et alii (1981), em Uttar, na Índia, estimaram a herdabilidade em sentido amplo em 48 variedades de cana-de-açúcar em um experimento em blocos ao acaso com três repetições e em parcelas de 3 sulcos de 12 metros de comprimento (tabela 1). Estimativas de h_a^2 mostraram-se elevadas, evidenciando a considerável variação genética entre os clones em estudo. Entre as 48 variedades ensaiadas, não houve diferenças significativas entre as estimativas genéticas unitárias para cada variedade, podendo ser calculado um único valor e extrapolado para uma população maior de genótipos.

HOGARTH et alii (1981), estudando progênies originárias de 7 combinações fatoriais, na fase I, com o objetivo de avaliar uma população sob seleção utilizada no programa de melhoramento do Hawaii e aplicar teorias de genética quantitativa no melhoramento da cana-de-açúcar, observaram estimativas baixa de h_a^2 e h_r^2 para todos os caracteres avaliados (tabela 1). Segundo os autores, a seleção de clones dentro da progênie teve eficiência inferior à seleção entre progênies. Uma segunda conclusão do autor apontou que o melhor método de seleção deveria explorar tanto a capacidade geral de combinação quanto a específica e que a avaliação dos progenitores deveria ser feita com base na análise do resultado de sua progênie ao longo de vários anos.

KANG et alii (1983), na Flórida, USA, avaliaram 105 clones retirados aleatoriamente de dois cruzamentos biparentais, em parcelas de quatro sulcos de seis metros de comprimento, em três repetições, durante os estádios de planta,

soca e ressoça. As estimativas de herdabilidade em sentido amplo mostraram-se relativamente altas para a maioria das características.

Dentre as estimativas de herdabilidade em sentido restrito (h_r^2) e da herdabilidade em sentido amplo (h_a^2) encontradas até o presente momento na literatura, observou-se que as estimativas de h_a^2 ocorreram em maior frequência em relação as estimativas de h_r^2 . Entre as estimativas de h_a^2 para a fase I verificou-se que, dentro de uma mesma unidade amostral (progênie ou "seedling" individual), ocorreu variação dos valores de h_a^2 , citados entre autores, e condições de avaliação. Os caracteres avaliados mostraram, de maneira geral, uma alta herdabilidade em sentido amplo (h_a^2) ao nível da progênie, evidenciando a possibilidade de ganhos genéticos satisfatórios para a seleção da progênie na fase I.

Para a fase I, as estimativas de h_a^2 mostraram-se intermediárias no trabalho de HOGARTH et alii (1981) para os caracteres comprimento médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana, quando avaliadas ao nível da progênie. Demais estimativas de h_a^2 ao nível da progênie foram consideradas altas. Já, ao nível de "seedlings" individuais, valores de h_a^2 foram baixos, ressaltando a baixa eficiência da seleção individual nesta fase I.

Com relação aos valores de h_r^2 , citados na literatura verificou-se, para a fase I, resultados inferiores aos citados para h_a^2 sendo que as menores diferenças ocorreram para o caráter Brix % caldo da cana. Variações mais acentuadas entre os valores de h_a^2 e h_r^2 envolveram os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos e número de colmos. As diferenças menores, entre h_a^2 e h_r^2 , apresentadas pelo caráter Brix % caldo da cana demonstram uma participação maior da variância genética aditiva na composição da variância genética total, como já citado anteriormente por HOGARTH, et alii (1981).

2.2. Estimativas de correlação fenotípica

2.2.1 Entre os componentes da produção e o peso médio dos colmos de cada indivíduo.

O entendimento da resposta de caracteres quantitativos à seleção e os efeitos da seleção sobre um ou outro caráter são de grande importância em qualquer programa de melhoramento. Com bastante frequência, o melhorista é forçado a tomar decisões quando se depara com possíveis respostas correlacionadas desfavoravelmente para um ou mais caracteres.

HOGARTH (1971b) estudou correlações fenotípicas, genéticas e ambientais em dois experimentos, na fase de "seedlings" e concluiu que nem o peso por colmo, nem o número de colmos por touceira constituía critério satisfatório na seleção para a produção de cana (tabela 2). Nesta situação, a seleção deveria ser baseada na produção de cana diretamente. Com relação ao caráter Brix % caldo, o autor apontou claras evidências concordantes com BROWN et alii (1969) no sentido de sugerir que o conteúdo de açúcar não produz efeito adverso à produção de cana e vice versa. Com base nestes resultados de correlação e em outros obtidos de estimativas genéticas e fenotípicas, ele concluiu que um esquema razoável de seleção para o caráter Brix % caldo da cana deveria apoiar-se em baixa pressão de seleção para o caráter na base de família e, dentro destas famílias, selecionar alguns indivíduos com o Brix % caldo superior aos padrões.

Trabalhando com 105 genótipos, tomados aleatoriamente de dois cruzamentos biparentais (irmãos germanos), em parcelas de 4 sulcos de 6 metros de comprimento, KANG et alii (1983), na Flórida, compararam seus resultados aos de JAMES (1971), embora em fases diferentes. As estimativas de correlação fenotípica foram semelhantes às relatadas por MARIOTTI (1977). Os autores relataram que as correlações genéticas deveriam ser mais úteis aos melhoristas que as correlações fenotípicas, quando da tomada de decisão sobre qual critério de seleção a ser adotado.

Na Argentina, estudos de associações fenotípicas entre a produção e os seus componentes foram realizados por Mariotti (1969, 1971, 1972)² e revisadas pelo mesmo autor (MARIOTTI, 1973 e em 1977), em diversas fases de seleção e ambientes. O número de colmos mostrou-se o componente mais associado à produção em todas as análises realizadas. O comprimento médio dos colmos mostrou-se mais uniforme que o diâmetro médio dos colmos em relação às suas contribuições para a produção da cana-de-açúcar (peso médio dos colmos).

NAIR et alii (1984), trabalhando em um ambiente específico (solo de várzea úmida), encontraram o caráter número de colmos como o único componente relacionado com o peso, contrariando outros trabalhos que citam o comprimento médio dos colmos e o diâmetro médio dos colmos também associados com o peso dos colmos na parcela (Tabela 2) e atribuíram esta divergência como sendo o resultado da ação específica do ambiente onde a seleção foi realizada.

Em 1986, REDDY & REDDI, na Índia, trabalhando com clones escolhidos aleatoriamente na fase de "seedlings" de um único cruzamento, encontraram valores diferentes dos de NAIR et alii (1984) e próximos aos encontrados por MARIOTTI (1972) para todos os componentes.

MADHAVI et alii (1990), trabalhando com 12 genótipos de cana-de-açúcar, não encontraram associação fenotípica ($r_{F(x,y)}$) entre o número de colmos por parcela e a produção de cana por parcela (peso dos colmos). Os autores ressaltaram a confiabilidade dos resultados e a dificuldade de seleção simultânea

² Mariotti, J.A.. Asociaciones fenotípicas entre caracteres en la primera etapa de seleccion en cana de azúcar. Fac. de Agronomía y Zootecnia, UNT, Tucuman, II Jornadas Nacionales sobre cana de Azúcar. 1969

Mariotti, J.A: Estimaciones de heredabilidad em parcelas clonales em cinco poblaciones híbridas de caña de azúcar. Rev. Agr. NO. Argentina, 8(3-4): 373-389, 1971.

Mariotti, J.A. On the effectiveness of some genetic parameters used in the selection of sugarcane population. Sugar Cane Breeders Neésletter. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 29:8-15. 1972.

para vários caracteres, uma vez que a seleção para determinado caráter pode prejudicar a seleção para outro.

A tabela 2 mostra as correlações fenotípicas entre o peso dos colmos e os caracteres em estudo, obtidas nos trabalhos citados nesta seção.

Correlações entre a produção de cana e o número de colmos encontradas por Gravois (1988)³ e Milligan (1988)⁴, ambos citados por MILLIGAN (1990), foram bastante superiores às reportadas por KANG et alii (1983).

Correlações fenotípicas entre o comprimento médio dos colmos e o peso dos colmos por parcela variaram de 0,84 a -0,31 para a fase I e; de 0,19 a 0,63 para a fase II. Correlações entre o diâmetro médio dos colmos e o peso dos colmos variaram de -0,31 a 0,39 para a fase I.

Correlações fenotípicas ($r_{F(x,y)}$) entre o número de colmos e o peso dos colmos mostraram menor variação, oscilando de 0,44 a 0,75 para a fase II.

Analisando-se conjuntamente os valores de $r_{F(x,y)}$ da tabela 2 entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos, Brix % caldo da cana e o peso médio dos colmos da parcela, observou-se o caráter número dos colmos como o mais correlacionado ($r_{F(x,y)}$ altas) com o peso dos colmos em todas as fases de seleção avaliadas (fases I, II e III). Os caracteres comprimento médio dos colmos e diâmetro médio dos colmos mostraram $r_{F(x,y)}$ inferiores, variando de média a baixa. Já o caráter Brix % caldo da cana não apresentou valores de $r_{F(x,y)}$ significativos na maioria dos trabalhos citados, ressaltando a não influência do mesmo na produção agrícola (peso dos colmos).

³ Gravois, K. A. Path coefficient analysis: A study of phenotypic, broad sense and narrow sense variation in sugarcane. Ph.D. diss. Louisiana State University, Baton Rouge (Diss. Abstr. 89-17818). 1988.

⁴ Milligan, S.B. The genetic variance covariance structure of a Louisiana sugarcane breeding population. Ph.D. diss. Louisiana State University, Baton Rouge (Diss. Abstr. 88-19963), 1988.

Tabela 2. Correlações fenotípicas $r_{F(x,y)}$ entre o peso médio dos colmos por parcela e os caracteres comprimento médio dos colmos (compr.), diâmetro médio dos colmos (diâmetro), número de colmos por parcela (colmos) e Brix % caldo de cana (Brix), relatados na literatura.

Autor	País	Fase	Compr.	Diâmetro	Colmos	Brix
HOGARTH (1971b)	Austrália	I	0,84		0,61	0,28
HOGARTH (1971b)	Austrália	I			0,64	0,59
MARIOTTI (1977)	Argentina	I	0,31	-0,31	0,81	-0,10 ^{ns}
MARIOTTI (1972)	Argentina	I	0,48	0,35	0,82	0,26
MARIOTTI (1977)	Argentina*	I (pl)	0,47	0,24	0,73	0,03 ^{ns}
MARIOTTI (1977)	Argentina*	I (sc)	0,44	0,24	0,76	0,01 ^{ns}
MARIOTTI (1977)	Argentina**	I (sc)	0,48	0,35	0,82	0,26
KANG (1983)	USA	I	0,56	0,39	0,75	-0,13 ^{ns}
REDDY (1986)	USA	I	0,52	0,39	0,75	0,10 ^{ns}
NAIR et alii (1984)	Índia	I	0,19	-0,50	0,44	-0,18
JAMES (1971)	EUA	II	0,35	0,31	0,82	
JAMES (1971)	EUA	II	0,29	0,08	0,59	
JAMES (1971)	EUA	II	0,30	0,23	0,80	
MARIOTTI(1972)	Argentina	II	0,63	0,22	0,74	0,16
MARIOTTI (1977)	Argentina*	II	0,61	0,24	0,75	-0,01 ^{ns}
MARIOTTI (1977)	Argentina**	II	0,63	0,22	0,74	0,13 ^{ns}
MILLIGAN (1990)	USA	II	0,24	0,29	0,77	-0,25
MADHAVI (1990)	Índia	III	0,45	0,39	0,15	0,13 ^{ns}

* Província de Tucuman; ** Província de Jujuy; pl = estágio de planta; sc = estágio de soca; ^{ns} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro; Diâmetro = Diâmetro médio dos colmos; Compr. = Comprimento médio dos colmos; Colmos = Número de colmos; Brix = Brix % caldo da cana.

2.2.2 Correlação fenotípica entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.

Elaborando um relatório global sobre as associações fenotípicas entre caracteres quantitativos na Argentina, MARIOTTI (1977) observou que as

associações entre o número de colmos e o diâmetro dos colmos tendem a ser instáveis, sofrendo influências marcantes de fatores experimentais. Em algumas ocasiões, o autor observou associações negativas e, em outras, nulas. O autor afirmou que, devido à influência do ambiente, os caracteres (número de colmos e diâmetro dos colmos) competem entre si, fazendo com que ocorra uma associação negativa entre os mesmos. Por outro lado, quando o ambiente não favorece um crescimento excepcional, esta associação não se instala dando, desta forma, um resultado próximo a zero.

MILLIGAN et alii (1990) encontraram associações negativas entre os caracteres diâmetro médio dos colmos e Brix % caldo e citaram que programas de seleção para um alto diâmetro médio dos colmos e um alto teor de açúcar (Brix % caldo) mostraram algum sucesso, utilizando-se de cruzamentos inter específicos entre "S. officinarum" e "S. spontaneum".

A tabela 3 mostra resumidos alguns valores de correlação fenotípica entre os caracteres componentes da produção agrícola da cana-de-açúcar.

2.3. Repetibilidade fenotípica entre as fases iniciais (Fase I, II e III) do programa de seleção clonal.

A repetibilidade de caracteres de uma fase de seleção para a próxima é de grande valia para o melhoramento de culturas cuja propagação é vegetativa, como é o caso da cana-de-açúcar.

MARIOTTI (1973), na Argentina, estimou repetibilidades fenotípicas entre as fases I e II de seleção em três progênies híbridas originárias de cruzamentos biparentais. O Brix % caldo apresentou repetibilidades intermediárias, com pouca variação, entre as progênies e os demais caracteres estudados apresentaram repetibilidades inferiores, porém, com variação significativa entre as progênies (tabela 4).

Tabela 3. Correlações fenotípicas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.

Autor	País	Comp vs Dia	Comp vs Col	Comp vs Brix	Dia vs Col	Dia vs Brix	Col vs Brix	Fase
BROWN et alii (1969)	Fiji	0,25	0,39	0,21	-0,02	0,07	0,21	I
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,15	0,18	-0,04	-0,07	0,01	-0,06	I
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,18		0,12	-0,20	-0,06	0,04	I PI
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,15		-0,04	-0,07	0,01	0,07	I Sc
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,30*		0,20	0,08	0,08	0,21	I Sc
MARIOTT (1977)	Argentina	0,27*		0,21	0,03	0,01	0,01	I Sc
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,07		0,08	-0,13	-0,04	-0,02	II
MARIOTTI (1977)	Argentina	0,07		0,10	-0,32*	-0,07	0,03	II
NAIR & SOMARAJAN (1984)	Índia				-0,79*	0,22	-0,22	II
REDDY & REDDI (1986)	Índia	0,14	0,42**	0,01	0,05	0,19	0,15	II
KANG et alii (1983)	EUA	0,28**	-0,06	0,03	-0,47*	-0,14**	0,01	III
SHARMA & SINGH (1984)	Índia	0,34	-0,10	-0,10	-0,46	0,03	-0,18	III
MILLIGAN, et alii(1990)	EUA	-0,24	-0,11	0,22	-0,18	-0,61	0,01	III

Comp = comprimento médio dos colmos; Dia = diâmetro médio dos colmos; Col = número de colmos; Brix = Brix % caldo da cana; PI = estágio de planta; Sc = estágio de soca; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

MILLER & JAMES (1975) estudaram repetibilidades fenotípicas de 4 cruzamentos biparentais entre as fases I, II e III, nos estádios de planta e soca, nos EUA. Para o nº de colmos, as correlações existentes entre o estágio de soca, na fase I, e o estágio de soca, na fase II, foram heterogêneas entre cruzamentos variando de 0,29 a 0,66. Estes dados mostraram poucas diferenças entre estádios de planta e soca. Concluíram os autores que, para condições de Canal Point, Flórida, USA, a prática da seleção no estágio de planta para as fases I e II, visando o número e o diâmetro médio dos colmos, foi tão efetiva quanto no estágio de soca. A seleção para Brix % caldo, entretanto, mostrou-se ligeiramente mais eficiente quando efetuadas no estágio de soca.

Valores inferiores aos de MARIOTTI (1973) e MILLER & JAMES (1975) foram encontrados por NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985), em

Coimbatore, Índia, para os caracteres diâmetro médio dos colmos e número de colmos. Os autores trabalharam com 4 progênies oriundas de cruzamentos biparentais envolvendo progenitores com alto teor de sacarose e progenitores com baixo teor de sacarose. As repetibilidades fenotípicas foram calculadas entre as fases I e II e os valores observados variaram em função do tipo de cruzamento e do progenitor envolvido.

Valores de repetibilidades fenotípicas maiores foram encontrados por RODRIGUES (1986), que trabalhou com progênies de duas variedades combinadas de três maneiras distintas: (1) Autofecundação, (2) Polinização aberta, e (3) Cruzamento biparental. Os maiores valores observados pelo autor foram representados pelas repetibilidades calculadas dentro de uma mesma fase, ou seja, entre os estádios de planta e soca. Todos os valores de repetibilidades observados foram significativos, exceção apenas ao estádio de planta da fase I. Mais uma vez foi ressaltada a considerável variação dos resultados entre as populações estudadas. Os valores mais baixos de repetibilidade foram obtidos na população originária da autofecundação e os mais altos, na população oriunda de polinização aberta. As repetibilidades das progênies obtidas da polinização aberta foram as que evidenciaram maior uniformidade os valores de repetibilidades fenotípicas entre as diferentes fases de seleção, envolvendo os estádio de planta e soca.

A tabela 4 mostra os valores de repetibilidade discutidos nesta seção.

Tabela 4. Repetibilidades fenotípicas dos caracteres componentes da produção de cana entre as fases iniciais (Fases I, II e III) em programas de melhoramento da cana-de-açúcar, ao nível de plantas individuais.

Autor	País	Fases	*	Compr.	Diam.	Colmos	Brix
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs I sc	5	0,25	0,35**	0,51**	0,32
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs I sc	6	0,62**	0,58**	0,85**	0,60**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs I sc	7	0,52**	0,53**	0,72**	0,27
MARIOTTI (1973)	Argentina	I vs II		0,36	0,36	0,36	0,41
NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985)	Índia	I vs II	1		0,39**	0,01	0,25
NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985)	Índia	I vs II	2		0,40**	0,03	0,08
NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985)	Índia	I vs II	3		0,18	0,12	0,16
NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985)	Índia	I vs II	4		0,33*	-0,01	0,18
MILLER & JAMES (1975)	EUA	I pl vs II pl			0,57**	0,43**	0,34**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II pl	5	0,26	0,32	0,27	0,28
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II pl	6	0,50**	0,62**	0,63**	0,43**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II pl	7	0,60**	0,38**	0,49**	0,07
MILLER & JAMES (1975)	EUA	I pl vs II sc			0,49**	0,67**	0,40**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II sc	5	0,18	0,35**	0,24	0,32
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II sc	6	0,47**	0,66**	0,65**	0,49**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I pl vs II sc	7	0,52**	0,51**	0,42**	0,16
MILLER & JAMES (1975)	EUA	I pl vs III pl			0,52**	0,44**	0,43**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I sc vs II pl	5	0,51**	0,51**	0,46**	0,28
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I sc vs II pl	6	0,53**	0,34**	0,67**	0,46**
RODRIGUES (1986)	Colômbia	I sc vs II pl	7	0,59**	0,51**	0,72**	0,41**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	I sc vs II sc			0,52**	0,54**	0,42**

*1 = Autofecundação de progenitores com alto teor de sacarose; 2 = Autofecundação de progenitores com baixo teor de sacarose; 3 = Cruzamento Biparental envolvendo progenitores com alto teor de sacarose (fêmea) e baixo teor de sacarose (macho); 4 = Cruzamento Biparental envolvendo progenitores com baixo teor de sacarose (fêmea) e alto teor de sacarose (macho); 5 = Progênie autofecundada; 6 = Progênie originária de polinização aberta (PL); 7 = Progênie originária de cruzamento Biparental; compr. = comprimento médio dos colmos; Diam = diâmetro médio dos colmos; Colmos = número de colmos; Brix = Brix % caldo da cana; pl = estágio de planta; sc = estágio de soca; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

Tabela 4 (Continuação) Repetibilidades fenotípicas dos caracteres componentes da produção de cana entre as fases iniciais (Fases I, II e III) do programa de melhoramento da cana-de-açúcar, ao nível de plantas individuais.

Autor	País	Fases	Compr.	Diam.	Colmos	Brix	
RODRIGUES (1986)	Colombia	I sc vs II sc	5	0,34**	0,51**	0,47**	0,31
RODRIGUES (1986)	Colombia	I sc vs II sc	6	0,54**	0,36**	0,71**	0,46**
RODRIGUES (1986)	Colombia	I sc vs II sc	7	0,48**	0,52**	0,61**	0,59**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	II pl vs II sc			0,56**	0,51**	0,49**
RODRIGUES (1986)	Colombia	II pl vs II sc	5	0,77**	0,55**	0,84**	0,50**
RODRIGUES (1986)	Colombia	II pl vs II sc	6	0,85**	0,68**	0,89**	0,69**
RODRIGUES (1986)	Colombia	II pl vs II sc	7	0,89**	0,58**	0,76**	0,45**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	II pl vs III pl			0,65**	0,42**	0,35**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	II pl vs III sc			0,48**	0,40**	0,52**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	II sc vs III sc			0,34**	0,56**	0,44**
MILLER & JAMES (1975)	EUA	III pl vs III sc			0,52**	0,46**	0,62**

*1 = Autofecundação de progenitores com alto teor de sacarose; 2 = Autofecundação de progenitores com baixo teor de sacarose; 3 = Cruzamento Biparental envolvendo progenitores com alto teor de sacarose (fêmea) e baixo teor de sacarose (macho); 4 = Cruzamento Biparental envolvendo progenitores com baixo teor de sacarose (fêmea) e alto teor de sacarose (macho); 5 = Progênie autofecundada; 6 = Progênie originária de polinização aberta (PL); 7 = Progênie originária de cruzamento Biparental; Compr. = comprimento médio dos colmos; Diam = diâmetro médio dos colmos; Colmos = número de colmos; Brix = Brix % caldo da cana; pl = estágio de planta; sc = estágio de soca; ** = significativo ao nível de 1%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. População original

A população de origem foi obtida através de seis cruzamentos biparentais envolvendo 12 diferentes progenitores. Os progenitores foram obtidos de maneira aleatória do Banco de Germoplasma da Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR. Os cruzamentos foram realizados durante a Campanha de Cruzamentos de 1988 na Estação Experimental da Copersucar em Camamu, BA. Na tabela 5 estão enumerados os cruzamentos e seus respectivos progenitores.

Os ensaios foram conduzidos nas fases I, II e III do programa de seleção, sendo que, para as fases I e II, foram avaliados os estádios de planta e soca. (Figura 1).

Tabela 5. Relação dos cruzamentos utilizados para obtenção da população original.

número do cruzamento	Progenitores		
	fêmea		macho
1	SP70-1177	X	CP55-30
2	SP71-6180	X	SP71-1088
3	SP72-5564	X	SP71-1406
4	Q76	X	SP70-455
5	SP78-5067	X	H51-8029
6	Q73	X	SP77-3074

As sementes⁵ coletadas dos progenitores femininos foram enviadas para a Estação Experimental da Copersucar em Piracicaba para a germinação dos "seedlings". Um total de 1680 "seedlings", sendo 280 "seedlings" em cada cruzamento, constituiu a população base para o plantio do primeiro experimento, o número I, descrito a seguir na parte experimental.

A Tabela 6 apresenta o cronograma e a população base utilizada em cada experimento.

Tabela 6. População base em cada experimento.

Duração	Experimento	População em estudo
mai/88 a jun/88	elaboração dos seis cruzamentos biparentais	
set/88 a out/90	Experimento I (2 cortes)	1680 "seedlings"
set/89 a out/91	Experimento II (2 cortes)	480 clones
set/90 a set/91	Experimento III (1 corte)	240 clones

⁵ Em cana-de-açúcar, como nas demais gramíneas, é usual chamar de semente o fruto (Cariópse). Assim sendo, todas as vezes que a palavra semente for mencionada, esta deve ser associada sempre ao cariópse e nunca a semente verdadeira.

3.2 Experimentos

3.2.1 Experimento I

O experimento I foi instalado na Estação Experimental da Copersucar em Piracicaba, SP, em outubro de 1988, seguindo o delineamento em blocos casualizados com 70 "seedlings"⁶ por parcela. Cada cruzamento (tratamento) constituiu uma parcela experimental repetida em quatro blocos. Cada parcela foi constituída por 5 sulcos com 1,40m entre sulcos e 7 metros de comprimento. Em cada sulco foram plantados 14 "seedlings" espaçados de 0,50m.

(1) Coleta de dados

i. levantamento dos componentes da produção agrícola

Os seguintes componentes da produção foram avaliados em cada observação (touceira):

- Comprimento médio dos colmos: mensurado com o auxílio de uma régua graduada com intervalos de 10 em 10 cm, medido no comprimento do último entrenó visível, logo após a retirada da última bainha seca do ápice da planta. Foram realizadas três leituras por observação (touceira) e o valor médio foi considerado;
- Diâmetro médio dos colmos: mensurado com o auxílio de um paquímetro especial construído em alumínio com escala de 1 a 9. Cada valor da escala correspondeu a um diâmetro em mm, sendo que o valor 1 correspondeu ao menor diâmetro e o valor 9, ao maior. A tabela 7 apresenta os valores em mm correspondente a cada valor na escala. As leituras foram realizadas no centro do entrenó localizado no comprimento médio da planta. Em cada observação (touceira) 3 leituras foram realizadas e um valor médio foi considerado;

⁶ A fase de "seedlings", botanicamente, corresponde ao estágio de plântula apenas (antes da formação da terceira folha). Por convenção nos centros de melhoramento da cana-de-açúcar, considera-se "seedling" também os indivíduos originários desta plântula presente na Fase I.

Tabela 7. Escala em mm do paquímetro especial utilizado para a avaliação do diâmetro médio dos colmos

Nota na escala de leituras	Correspondente em mm	diferença (mm) entre as notas
1	6,5	7,5
2	14,0	5,0
3	19,0	3,5
4	22,5	3,0
5	25,5	3,0
6	28,5	3,0
7	31,5	2,5
8	34,0	2,0
9	36,0	

- Número de colmos: obtido por contagem do número de colmos adultos em cada observação (touceira);
- Brix % caldo da cana: determinado com o auxílio de um refratômetro de campo ⁷. Representado por duas leituras simples com a amostragem feita no quinto entrenó a contar do último entrenó visível do ápice para a base da planta, após a retirada da última bainha seca.
- Peso dos colmos: compreendeu a pesagem, em kg, de todos os colmos da observação (touceira).

Os levantamentos do comprimento médio dos colmos, do diâmetro médio dos colmos, do número de colmos e do Brix % caldo ocorreram em julho de 1989 para o estágio de planta e em julho de 1990 para o estágio de soca. Já a

⁷ Refratômetro de campo: aparelho manual de leitura óptica utilizado para mensurar diretamente a quantidade de sólidos solúveis em um caldo açucarado. Esta leitura é obtida através dos desvios de refração da luz na passagem entre o ar atmosférico e a densidade do caldo da solução sob condições ideais de temperatura e umidade relativa da atmosfera.

pesagem ocorreu na ocasião da colheita em outubro de 1989 para o estágio de planta e em outubro de 1990 para o estágio de soca.

ii. Seleção

Quatro melhoristas de cana-de-açúcar selecionaram visualmente, durante o mês de agosto de 1989 para o estágio de planta, os melhores "seedlings" no experimento, baseando-se em caracteres subjetivos associados a caracteres morfológicos e quantitativos. Esta seleção ocorreu de maneira individual, com pressão de seleção equivalente, em média, a 0,2875, estratificada dentro de cruzamento.

(2). Colheita

O ensaio teve sua fase de planta colhida em outubro de 1989. De cada "seedling" selecionado visualmente coletaram-se dois colmos, com 36 gemas sadias que foram encaminhadas para o plantio do novo experimento, denominado de experimento II, em outubro de 1989. O estágio de soca foi colhido em outubro de 1990.

3.2.2 Experimento II

O experimento II foi instalado na Estação Experimental da Copersucar em Piracicaba, SP, em outubro de 1989, com os clones originários do estágio de planta do experimento I. O delineamento utilizado seguiu o esquema de parcelas subdivididas, de acordo com STEEL & TORRIE (1980), conforme descrito a seguir. Utilizaram-se de quatro blocos, com oito parcelas, sendo seis cruzamentos biparentais (Tabela 5) e duas variedades padrão (NA56-79 e SP71-1406). Em cada parcela, correspondente a cada um dos seis cruzamentos, foram plantadas 24 sub-parcelas, sendo: 20 clones (progênie do cruzamento em questão originárias da seleção na fase de planta do experimento I), as duas variedades padrão (SP71-1406 e NA56-79) e os dois progenitores de cada um dos cruzamentos. As parcelas correspondentes a cada um dos padrões, foram constituídas de 24 sub-parcelas iguais. Cada sub-parcela foi representada por um sulco, espaçado 1,40 m na entrelinha com dois metros de comprimento.

(1) Coleta de dados

i. Levantamento dos componentes da produção realizado ao nível da sub-parcela (1 sulco por 2 metros de comprimento)

- Comprimento médio dos colmos: medido da mesma maneira que no item 3.2.1. Três leituras foram feitas e o valor médio foi considerado em cm.
- Diâmetro médio dos colmos: também da mesma forma que no item 3.2.1, porém, agora, com a realização de seis leituras ao invés de três apenas.
- Número de colmos: contagem do número de colmos em toda a sub-parcela.
- Brix % caldo da cana: mensurado com refratômetro de campo. Representado por três leituras de amostras compostas de dois colmos. A amostragem foi feita no quinto entrenó a contar do último visível do ápice para a base da planta, após a retirada da última bainha seca.
- Peso dos colmos na sub-parcela: peso, em kg, de todos os colmos adultos da sub-parcela.

Os levantamentos dos caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos na parcela e Brix % caldo ocorreram em julho de 1990 para o estágio de planta e, em julho de 1991, para o estágio de soca. A pesagem ocorreu na ocasião da colheita, em outubro de 1990 para a planta e em outubro de 1991 para a soca.

ii. Seleção

Foram selecionados quarenta clones em cada cruzamento, estratificado dentro do cruzamento, entre os blocos, para constituir o experimento III. A seleção realizada obedeceu a critérios de interesse básicos do melhoramento da cana-de-açúcar.

(2) Colheita

A colheita da fase de planta ocorreu em outubro de 1990 e da fase de soca, em outubro de 1991. Da fase de planta foram colhidos 10 clones em cada bloco, para cada cruzamento. Foram coletadas doze canas por clone, totalizando aproximadamente 200 gemas. Estas canas foram separadas para o plantio da fase seguinte, o experimento III.

3.2.3 Experimento III

O experimento III foi instalado na Estação Experimental da Copersucar em Piracicaba; SP, em outubro de 1991, com clones originários da fase de planta do experimento II, seguindo o mesmo delineamento utilizado no experimento II, ou seja, parcelas subdivididas conforme descrito a seguir. Foram utilizados quatro blocos, com oito parcelas, sendo seis cruzamentos biparentais e duas variedades padrão (NA56-79 e SP71-1406). Em cada parcela, correspondente a cada um dos seis cruzamentos, foram plantadas 14 sub-parcelas, sendo: 10 clones (progênie do cruzamento em questão originários da seleção na fase de planta do experimento II), as duas variedades padrão (SP71-1406 e NA56-79) e os dois progenitores do cruzamento em questão (Tabela 5). Nas parcelas correspondentes a cada um dos padrões, todas as 14 sub-parcelas foram constituídas pela mesma variedade padrão. Cada sub-parcela foi representada por dois sulcos, tendo 1,40 m na entrelinha e seis metros de comprimento na linha.

1. Levantamento dos componentes da produção.

Foram realizados levantamentos de Brix % caldo da cana, comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos e número de colmos em todas as sub-parcelas da mesma forma que os levantamentos realizados no experimento II (item 3.2.2), com alterações apenas no universo da amostragem. Para o comprimento médio dos colmos, seis colmos foram amostrados. Para avaliar o Brix % caldo, quatro leituras foram realizadas sobre amostras de dois colmos. Para o diâmetro médio dos colmos e para o número de colmos os levantamentos ocorreram da mesma forma que para o experimento II. Foram realizadas 6 leituras do diâmetro médio dos colmos e foram contados todos os colmos em cada sub-parcela.

Os levantamentos do comprimento médio dos colmos, do diâmetro médio dos colmos, do número de colmos e do Brix % caldo da cana, realizaram-se no mês de julho de 1991 para o estágio planta.

A colheita no estágio de planta realizou-se no mês de outubro de 1991.

3.3. Análise dos dados.

A Tabela 8 apresenta a relação dos parâmetros estimados em cada um dos experimentos.

Tabela 8. Parâmetros estimados nos experimentos realizados.

Experimento	Parâmetros
I	$r_{F(x)}, \bar{r}_{F(x,y)}, \bar{x}, \sigma_p^2, \sigma^2$
II	$r_{F(x)}, \bar{r}_{F(x,y)}, \bar{x}, \sigma_p^2, \sigma^2, h_r^2$
III	$r_{F(x)}, \bar{r}_{F(x,y)}, \bar{x}, \sigma_p^2, \sigma^2, h_r^2$

sendo:

$r_{F(x)}$ = repetibilidade fenotípica do caráter x entre fases e estádios de seleção;

$\bar{r}_{F(x,y)}$ = correlação fenotípica entre os caracteres x e y entre estádios de corte;

h_r^2 = herdabilidade no sentido restrito ao nível de famílias;

\bar{x} = média geral;

σ_p^2 = variância entre indivíduos (genética mais ambiental permanente); e

σ^2 = variância ambiental entre indivíduos.

3.3.1. Estimativa da herdabilidade em sentido restrito baseada na análise da regressão entre pais e filhos.

A análise da variância baseada na regressão entre pais e filhos foi realizada com os dados dos experimentos II e III.

Considerou-se inicialmente a média de um dado caráter (Y_{ij}) manifestada nos clones obtidos de cada cruzamento ($j = 1,2,\dots,6$) e em cada bloco ($i = 1,2,3,4$). A análise de regressão foi realizada tomando-se como variável independente as correspondentes médias dos pais calculadas sobre os quatro blocos, para cada caráter (\bar{x}_j). A Tabela 9 apresenta o esquema da análise da variância com as médias dos clones filhos (Y_{ij}).

Tabela 9. Esquema da análise da variância baseada na regressão com as médias dos clones filhos (Y_{ij}), conforme PIMENTEL GOMES (1987).

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	R-1 = 3	SQb	QMb	
Cruzamentos	C-1 = 5	SQc	QMc	QMc/QMe
Regressão linear	1	SQl	QMI	QMI/QMe
Desvios da regressão	C-2 = 4	SQd	QMd	QMd/QMe
Erro	(R-1)(C-2) = 15	SQe	QMe	
Total	23	SQt		

sendo:

$$SQ_b = \sum_{i=1}^4 Y_i^2 / 6 - (\sum_{ij} Y_{ij})^2 / 24 ; \quad \text{soma de quadrados de blocos.}$$

$$SQ_c = \sum_{j=1}^6 Y_j^2 / 4 - (\sum_{ij} Y_{ij})^2 / 24 ; \quad \text{soma de quadrados de cruzamentos.}$$

$$SQ_t = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - (\sum_{ij} Y_{ij})^2 / 24 ; \quad \text{soma de quadrados total.}$$

$$SQ_e = SQ_t - SQ_b - SQ_c ; \quad \text{soma de quadrados do erro.}$$

Para o desdobramento da soma de quadrados devida a cruzamentos na parte que é linearmente devida ao comportamento dos respectivos pais (SQl) e na devida aos desvios desta regressão, tomamos:

$$SQ_l = \frac{R(SP_{\bar{y}\bar{x}})^2}{SQ_{\bar{x}}}, \quad \text{sendo } R = 4 \text{ e}$$

$$SQ_d = SQ_c - SQ_l .$$

Na expressão, tem-se

$$SP_{\bar{x}\bar{y}} = \sum_{j=1}^6 \bar{X}_{.j} \bar{Y}_{.j} - \frac{1}{c} (\sum_{j=1}^6 \bar{X}_{.j}) (\sum_{j=1}^6 \bar{Y}_{.j}) , \text{ e}$$

$$SQ_{\bar{x}} = \sum_{j=1}^6 \bar{X}_{.j}^2 - \frac{1}{c} (\sum_{j=1}^6 \bar{X}_{.j})^2 , \quad \text{sendo } c = 6 \text{ cruzamentos.}$$

$SP_{\bar{y}\bar{x}}$ é a soma de produtos entre os valores médios dos pais (\bar{X}_j) e dos respectivos filhos (cruzamentos) (\bar{Y}_j). Para o cruzamento j, por exemplo, $\bar{Y}_j = \sum_{i=1}^R Y_{ij} / R$ é a média geral do conjunto de indivíduos dessa origem, calculada sobre o experimento inteiro e, \bar{X}_j é a média geral dos progenitores desse cruzamento.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, foram calculadas como equivalentes ao coeficiente de regressão linear entre \bar{Y}_j e \bar{X}_j , HALLAUER & MIRANDA F^o (1989), ou seja:

$$\hat{h}_r^2 = \hat{b} = \frac{SP_{\bar{y}\bar{x}}}{SQ_{\bar{x}}}$$

A significância da estimativa da herdabilidade em sentido restrito, será dada pela significância do teste F para a regressão linear.

A variância dessa estimativa foi estimada por

$$\hat{\sigma}_{\hat{h}_r^2}^2 = \frac{1}{(C-2)} \left[\frac{SQ_c}{RSQ_{\bar{x}}} - (\hat{h}_r^2)^2 \right], \quad \text{FALCONER (1987), com } R = 4 \text{ e } C = 6.$$

3.3.2. Estimativa da repetibilidade fenotípica.

Estimativas de repetibilidade fenotípica ($r_{F(x)}$) foram obtidas entre fases e entre estádios de seleção. De acordo com FALCONER (1987), $r_{F(x)}$ determina o limite superior do da herdabilidade em sentido amplo (h_a^2), e é estimada da seguinte forma:

$$r_{F(x)} = \frac{V_G + V_{EP}}{V_F}, \quad \text{sendo:}$$

$r_{F(x)}$ = repetibilidade fenotípica do caráter x;

V_G = variância genética;

V_{EP} = variância ambiental permanente; e

V_F = variância fenotípica.

Se V_{EP} for nula, então $r_{F(x)} = h_a^2$. A variância ambiental permanente ocorre quando dados são coletados repetidas vezes em uma mesma unidade experimental, como acontece com cana-de-açúcar nos estádios de planta e soca.

Além disso, em cultura de propagação vegetativa, em especial a cana-de-açúcar, existe a possibilidade da transmissão de efeitos não genéticos (V_{EP}) durante a propagação. Estes efeitos manifestar-se-iam na fase posterior entre os clones (SKINNER, 1962). Nesta condição, repetibilidades fenotípicas têm sido empregadas no melhoramento da cana-de-açúcar também entre fases de seleção.

3.3.2.1. Estimativas de repetibilidade fenotípica entre estádios de seleção a partir da análise da variância

Análise dos dados de "seedlings" - Experimento I.

A análise foi realizada segundo o esquema de blocos casualizados com k observações ("seedlings") por parcela, conforme STEEL & TORRIE (1980), considerando que cada "seedling" forneceu dois dados (estádios de planta e soca). A Tabela 10 mostra o esquema dessa análise, juntamente com as esperanças dos quadrados médios pertinentes.

Tabela 10. Esquema da análise da variância dos dados de "seedlings" (experimento I), envolvendo (E=2) dois corte seqüenciais (estádios).

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	R-1=3	QM1		
Cruzamentos	C-1=5	QM2		QM2/QM3
Erro (A)	(R-1)(C-1)=15	QM3		
Estádios/Cruzamentos/Blocos	(E-1)CR=24	QM4		
"Seedlings"/Cruzamentos/Blocos	$\sum_{ij} (k_{ij} - 1)$	QM5	$\sigma^2 + 2\sigma_p^2$	QM5/QM6
Estádios**"Seedlings"/Cruz./Blocos	$\sum_{ij} (E-1)(k_{ij}-1) = \sum_{ij} (k_{ij} - 1)$	QM6	σ^2	
Total	$47 + 2 \sum_{ij} (k_{ij} - 1)$			

E = 2

Na Tabela 10 tem-se que:

σ_p^2 = componente da variância entre "seedlings" contendo a variância genética entre os mesmos acrescida da variância dos efeitos ambientais permanentes, manifestados nos dois estádios.

σ^2 = variância de natureza ambiental, ao nível de touceiras, devida à interação de "seedlings" com estádios.

Nesta mesma tabela, k_{ij} é o número de "seedlings" avaliados do cruzamento j no bloco i .

Com base nesta análise estimou-se a repetibilidade $r_{F(x)}$ entre estádios de seleção para a fase I através da expressão:

$$r_{F(x)} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma^2} = \frac{QM5 - QM6}{QM5 + QM6}$$

Esta expressão decorre das estimativas $\sigma_p^2 = (1/2)(QM5 - QM6)$ e $\sigma^2 = QM6$. Percebe-se que $r_{F(x)}$ é uma repetibilidade média, abrangendo os "seedlings" de todos os seis cruzamentos.

Análise de clones - Experimento II.

Neste experimento estimou-se a repetibilidade do comportamento dos clones entre os estádios de seleção. O esquema da análise e o processo de obtenção das estimativas foram iguais aos utilizados para os dados de "seedlings"(item anterior). A única diferença diz respeito ao número de dados (clones) em cada parcela (k_{ij}).

3.3.2.2 Estimativas de repetibilidade fenotípica entre fases de seleção a partir da covariância.

As estimativas da repetibilidade fenotípica entre as fases de seleção foram obtidas através de análises da covariância, por envolver dados de experimentos diferentes, ao contrário do que ocorreu no caso dos estádios de seleção.

Os valores de $r_{F(x)}$ entre as fases foram calculados para: o comprimento médio dos colmos, o número médio de colmos, o diâmetro médio

dos colmos, o Brix % caldo da cana e o peso dos colmos. Tais valores foram obtidos, inicialmente, para cada cruzamento da seguinte forma:

$$r_{F(x)j} = r_{F(xx')j} = \left(\frac{\hat{COV}_{F(xx')j}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F(x)j}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F(x')j}^2}} \right) \quad \text{para o cruzamento } j.$$

Obviamente a repetibilidade $r_{F(x)j} = r_{F(xx')j}$ corresponde à correlação fenotípica do caráter x numa dada fase e esse mesmo caráter (x') em outra fase de seleção. Como houve três fases de seleção (I, II e III) e dois estádios (planta e soca), as repetibilidades foram computadas para todos os pares de fases e estádios.

Considerando o cruzamento j como tendo k_j pares de valores de um dado caráter obteve-se:

$$\hat{COV}_{F(xx')j} = \frac{SP_{(xx')j}}{(k_j - 1)}$$

$$\hat{\sigma}_{F(x)j}^2 = \frac{SQ_{(x)j}}{k_j - 1}$$

$$\hat{\sigma}_{F(x')j}^2 = \frac{SQ_{(x')j}}{k_j - 1}$$

sendo $SP_{(xx')}$, $SQ_{(x)}$ e $SQ_{(x')}$ a soma de produtos e as somas de quadrados relativas aos k_j valores de x e x' , neste cruzamento.

Houve interesse em conhecer a repetibilidade média ($\bar{r}_{F(x)}$) abrangendo os seis cruzamentos. Este valor foi calculado, semelhantemente, por:

$$r_{F(x)} = \bar{r}_{F(xx')} = \left(\frac{\hat{COV}_{F(xx')}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F(x')}^2}} \right)$$

sendo:

$$\hat{COV}_{F(xx')} = \frac{\sum_{j=1}^c SP_{(xx')j}}{\sum_{j=1}^c (k_j - 1)}$$

$$\hat{\sigma}_{F(x)}^2 = \frac{\sum_{j=1}^c SQ_{(x)j}}{\sum_{j=1}^c (k_j - 1)}$$

$$\hat{\sigma}_{F(x')}^2 = \frac{\sum_{j=1}^c SQ_{(x')j}}{\sum_{j=1}^c (k_j - 1)} ;$$

com $j = 1, 2, \dots, 6$ cruzamentos.

As quantidades $\hat{COV}_{F(x)j}$, $\hat{\sigma}_{F(x)}^2$, e $\hat{\sigma}_{F(x')}^2$ são a covariância média e as variâncias médias, relativas às expressões fenotípicas de x e x' , nos seis cruzamentos.

3.3.3. Correlações fenotípicas entre caracteres dentro de fases de seleção.

Com a finalidade de avaliar a associação fenotípica entre diferentes caracteres (x e y) obtiveram-se estimativas das respectivas correlações ($r_{F(x,y)}$). O cálculo foi feito tomando-se todos os caracteres dois a dois, dentro de fases de seleção e por etapas, conforme segue.

Considerando a expressão algébrica de soma de produtos $SP_{XY} = \sum XY - (1/k)(\sum X)(\sum Y)$, para os caracteres X e Y relativos aos k clones avaliados numa parcela, tem-se a respectiva covariância $C\hat{O}V_{XY} = [1/(k-1)]SP_{XY}$ e as correspondentes estimativas das variâncias de X e Y entre clones e "seedlings": $\hat{\sigma}_x^2 = [1/(k-1)]SQ_x$ e $\hat{\sigma}_y^2 = [1/(k-1)]SQ_y$ sendo SQ as somas de quadrados.

Considerando as k_{ij} plantas do cruzamento j no bloco i ($j = 1, 2, \dots, 6$; $i = 1, 2, 3, 4$), a correlação fenotípica neste extrato é medida por:

$$r_{F(x,y)ij} = \left[\frac{C\hat{O}V_{F(x,y)ij}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F(x)ij}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F(y)ij}^2}} \right]$$

Em cada cruzamento houve quatro valores de $r_{F(x,y)ij}$. O passo seguinte foi o cálculo da correlação média ($r_{F(x,y)}$) para cada cruzamento, reunindo as informações das quatro repetições. Assim, para o cruzamento j obteve-se

$$\bar{r}_{F(xy)j} = \left[\frac{\hat{\text{COV}}_{F(xy)j}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F(x)j}^2 \hat{\sigma}_{F(y)j}^2}} \right] ; \quad \text{sendo:}$$

$$\hat{\text{COV}}_{F(xy)j} = \frac{\sum_{i=1}^R \text{SP}_{(xy)ij}}{\sum_{i=1}^R (k_{ij} - 1)} ;$$

$$\hat{\sigma}_{F(x)j}^2 = \frac{\sum_{i=1}^R \text{SQ}_{(x)ij}}{\sum_{i=1}^R (k_{ij} - 1)} ;$$

$$\hat{\sigma}_{F(y)j}^2 = \frac{\sum_{i=1}^R \text{SQ}_{y j}}{\sum_{i=1}^R (k_{ij} - 1)} ,$$

com R = 4 repetições.

Desse modo, para cada par de caracteres, obtiveram-se seis valores de $\bar{r}_{F(xy)}$, ou seja, $\bar{r}_{F(xy)1}$, $\bar{r}_{F(xy)2}$, $\bar{r}_{F(xy)3}$, $\bar{r}_{F(xy)4}$, $\bar{r}_{F(xy)5}$, $\bar{r}_{F(xy)6}$, ou um par para cada cruzamento.

Dada a multiplicidade de estimativas assim obtidas, procurou-se, em seguida, reunir as seis correlações de mesma natureza numa estimativa única que seria a média dessas seis. Para verificar a possibilidade de tal reunião, aplicou-se antes um teste de homogeneidade de estimativas de correlação conforme STEEL & TORRIE (1980). No caso, o critério para aceitar ou não a homogeneidade foi um teste qui-quadrado. Uma vez verificada essa homogeneidade de $\bar{r}_{F(xy)j}$ entre cruzamentos, calculou-se a correlação média, abrangendo todos os cruzamentos, pela expressão:

$$\bar{r}_{F(xy)} = \left[\frac{\hat{\text{COV}}_{F(xy)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F(x)}^2 \hat{\sigma}_{F(y)}^2}} \right] , \quad \text{sendo:}$$

$$\hat{\text{COV}}_{F(xy)} = \frac{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C \text{SP}_{(xy)ij}}{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C (k_{ij} - 1)} ;$$

$$\frac{\Delta^2}{\sigma_{F(x)}} = \frac{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C SQ_{(x)ij}}{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C (k_{ij} - 1)} ;$$

e

$$\frac{\Delta^2}{\sigma_{F(y)}} = \frac{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C SQ_{(y)ij}}{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C (k_{ij} - 1)} , \quad \text{com } R = 4 \text{ repeti\c{c}o\~{e}s e } C = 6 \text{ cruzamentos}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

As estimativas relativas às fases II e III foram realizadas em populações originárias de seleção na fase anterior. Ressalte-se, no entanto, que as taxas de seleção utilizadas foram altas, aproximadamente três vezes superiores à taxa de seleção normalmente aplicada, com o propósito de se manter a representatividade da população original existente na fase I. Os dados originais encontram-se em um disquete de computador anexo a dissertação. Procedimentos para a sua consulta estão detalhadas no anexo 6.

4.1. Estimativas de Herdabilidade em sentido restrito.

Na Tabela 11 encontram-se as estimativas de herdabilidade em sentido restrito (h_r^2), obtidas da análise de regressão entre pais e filhos (Tabela 9).

Tabela 11. Estimativas da herdabilidade em sentido restrito (h_r^2), com os respectivos erros associados a cada estimativa, para as fases II (estádios de planta e soca) e III (estádio de planta).

Componente	Fase II - Planta	Fase II - Soca	Fase III - Planta
Compr. médio dos colmos	1,00** ± 0,08	0,30** ± 0,04	0,61** ± 0,05
Diâmetro médio dos colmos	-0,34** ± 0,19	0,25 ± 0,29	-0,14 ± 0,12
Número de colmos	0,34** ± 0,03	0,21* ± 0,02	0,52** ± 0,02
Brix % caldo da cana	1,19** ± 0,21	0,57** ± 0,34	0,74** ± 0,25
Peso dos colmos	0,32* ± 0,10	0,19* ± 0,06	0,42** ± 0,02

* Significativo ao nível de 5%; e ** Significativo ao nível de 1%.

O quadro da análise da variância com os respectivos quadrados médios, bem como os valores médios das progênies e dos respectivos progenitores, encontram-se nos anexos 1 a 5. Embora as taxas de seleção utilizadas tivessem sido altas, ressalta-se que estas estimativas de herdabilidade em sentido restrito levaram em conta apenas a variabilidade genética remanescente, ou seja, aquela que permaneceu após a seleção praticada.

Observam-se, da tabela 11, que as estimativas de herdabilidade (h_r^2) embora significativas em sua maioria, mostraram grande variação entre as fases envolvidas. O comprimento dos colmos, por exemplo, apresentou um valor de h_r^2 que variou de 1,00 na fase II, estágio de planta, a 0,30 na mesma fase, no estágio de soca. O diâmetro médio dos colmos apresentou duas estimativas negativas e uma positiva, porém não significativas. Para este caráter, em especial, verifica-se que o delineamento utilizado não apresentou eficiência alguma.

Os erros associados a cada estimativa de h_r^2 foram baixos, com exceção para o diâmetro médio dos colmos e para o Brix % caldo da cana. A variação dos valores de h_r^2 entre as fases e estádios de seleção pode ser atribuídas a dois fatores principais a saber: (1) baixa precisão na determinação do valor médio dos pais, que contou com uma única observação em cada parcela; e (2) pequeno número de cruzamentos envolvidos no estudo.

Deve-se ressaltar também, a ocorrência de uma interação entre os genótipos e os estádios, vindo a originar estimativas de h_r^2 variáveis entre os estádios de planta e soca. A variância genética, também, não foi a mesma entre as fases de seleção, que teve sua variabilidade reduzida em função da seleção aplicada nas fases de seleção, muito embora, como já mencionado anteriormente, com baixa pressão de seleção.

Valores de h_r^2 , citados na literatura (tabela 1), mostraram também variação entre as estimativas de herdabilidade (h_r^2), mesmo quando métodos diferentes para a obtenção das mesmas foram utilizados.

4.2. Estimativas das correlações fenotípicas.

Conforme metodologia descrita nos sub-itens 3.3.2 e 3.3.4, as estimativas de correlação fenotípica foram obtidas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos, Brix % caldo da cana e peso dos colmos associados dois a dois.

4.2.1. Correlações fenotípicas entre os caracteres componentes da produção: comprimento médio, diâmetro médio, número de colmos, Brix % caldo da cana e o peso dos colmos .

A Tabela 12 mostra resultados de correlação fenotípica ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos e número de colmos com o peso dos colmos. Valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ foram reunidos para todos os cruzamentos, uma vez que não foram observadas diferenças significativas a 5 % no teste de homogeneidade de correlações entre cruzamentos, para as características avaliadas.

Observa-se, nos resultados da Tabela 12, que o número de colmos constituiu-se no principal componente fenotípico associado ao peso dos colmos, apresentando valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ altos em todas as fases estudadas. Valores intermediários foram observados para o comprimento médio dos colmos. Com correlação inferior, o diâmetro médio dos colmos evidenciou pouca associação com o peso. Observou-se também uma tendência de associação dos valores de comprimento médio dos colmos e do número de colmos, com o peso dos colmos ao longo das fases estudadas. À medida em que a correlação entre o comprimento médio e o peso dos colmos aumentou (entre as fases I e III) a correlação fenotípica média entre o peso e o número de colmos diminuiu. As correlações entre o diâmetro médio dos colmos e o peso não se alteraram. Este comportamento dos componentes da produção agrícola dos colmos de cana é de grande importância na seleção indireta, pois evidencia a necessidade da adoção de critérios de seleção diferentes e específicos para cada fase e estágio de seleção.

Tabela 12. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção de cana com o peso dos colmos para cada clone ("seedling").

Caráter	Fase I		Fase II		Fase III
	Planta	Soca	Planta	Soca	Planta
Compr. médio dos colmos	0,38*	0,46*	0,52**	0,38**	0,48**
Brix % caldo da cana	-0,02	0,06	0,01	0,07	-0,08
Diâmetro médio dos colmos	0,27*	0,35*	0,09*	0,25**	0,10
Número de colmos	0,80*	0,90*	0,79**	0,77**	0,69**

**= significativo ao nível de 1%; *= significativo ao nível de 5%.

O Brix % caldo da cana não apresentou correlação significativa com o peso dos colmos, para todas as fases avaliadas. Esta não significância é de grande importância no melhoramento da cana-de-açúcar, que tem a produção de açúcar por unidade de área como o principal objetivo na seleção. Estes resultados ressaltam a possibilidade da seleção para o peso de colmos sem prejudicar a seleção paralela do Brix % caldo.

Resultados semelhantes aos da Tabela 12 foram obtidos por MARIOTTI (1977), na Argentina, na fase I nos estádios de planta e soca para o caráter comprimento médio do colmo ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,47; 0,44$ e $0,48$, respectivamente), e na fase II para o componente número de colmos ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,75; 0,74$). Também MADHAVI (1990) encontrou correlações semelhantes para o comprimento médio dos colmos na fase III ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,45$).

Comparativamente aos resultados obtidos por HOGARTH (1971b), observou-se uma correlação fenotípica média menor entre o comprimento médio dos colmos e o peso dos colmos ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,84$ vs $\bar{r}_{F(xy)} = 0,38; 0,46$ obtidas no presente estudo, respectivamente para os estádios de planta e soca da fase I). Já, entre o número de colmos e o peso dos mesmos, os resultados obtidos pelo autor, para a fase I, foram inferiores aos aqui encontrados ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,61, 0,64$ vs $\bar{r}_{F(xy)} = 0,80; 0,90$).

KANG et alii (1983) citaram o comprimento médio dos colmos como o caráter mais associado com o peso deles na fase II ($\bar{r}_{F(xy)} = 0,56$) e consideraram-no o principal componente na seleção indireta do peso. Contudo, no presente trabalho, os valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ foram inferiores e, embora, evidenciasse a importância do caráter comprimento médio, não o destaca como o mais importante.

Quando se estudam associações entre os caracteres componentes da produção dos colmos com a produção propriamente dita, faz-se necessária também a análise das associações entre estes caracteres, buscando quantificar o efeito indireto destes caracteres na produção. Somente depois desta análise conjunta de efeitos (diretos e indiretos) é que se poder-se-ão estabelecer os critérios da seleção a ser realizada.

4.2.2. Correlações fenotípicas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana.

Para as fases I, II e III, as correlações fenotípicas foram obtidas de início, também, para cruzamentos isolados e, a seguir, devido a não significância do qui-quadrado a 5 % no teste de homogeneidade de correlações entre os cruzamentos, calculadas em conjunto para todos os cruzamentos.

A Tabela 13 mostra as correlações fenotípicas entre caracteres associados dois a dois, para a fase I nos estádios de planta e soca.

Observa-se na Tabela 13 a presença de ($\bar{r}_{F(xy)}$) associações baixas entre os caracteres comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos e Brix % caldo da cana. As maiores correlações fenotípicas foram encontradas, no estádio de soca, entre os caracteres comprimento médio e diâmetro médio dos colmos e entre o comprimento médio e o número de colmos. O Brix % caldo manifestou-se de maneira indiferente com relação à sua correlação com os outros caracteres componentes da produção. A maior associação para o caráter Brix % caldo da cana ocorreu com o caráter comprimento médio dos colmos nos estádios de planta e soca.

Tabela 13. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase I, estádios de planta e soca.

	Comp. médio dos colmos ¹	Diâmetro médio dos colmos	Número de colmos	Brix % caldo
Comp. médio dos colmos ²	1,00	0,17**	0,12**	-0,18**
Diâmetro médio dos colmos	0,39**	1,00	-0,13**	-0,09*
Número de colmos	0,33**	0,10*	1,00	0,05
Brix % caldo	-0,12**	-0,07	0,09*	1,00

¹ Valores acima da diagonal expressam as $\bar{r}_{F(xy)}$ no estádio de cana planta; ² Valores abaixo da diagonal expressam as $\bar{r}_{F(xy)}$ no estádio de cana soca; **significativo ao nível de 1%; *significativo ao nível de 5%.

As correlações fenotípicas na Tabela 13 mostraram-se semelhantes às presentes na literatura, que citaram $\bar{r}_{F(xy)}$ entre o comprimento médio e o diâmetro médio dos colmos, e entre o comprimento médio e o número de colmos ligeiramente superiores às demais, tanto no estádio de planta quanto no de soca. BROWN et alii (1969) e MARIOTTI (1977) encontraram resultados acima de 0,20 entre o Brix % caldo e o comprimento médio dos colmos e, entre o Brix % caldo e o número de colmos.

A Tabela 14 mostra as correlações fenotípicas entre caracteres associados dois a dois, para a fase II, nos estádios de planta e soca.

Observam-se na Tabela 14, correlações maiores entre o número de colmos e o comprimento médio e entre o número de colmos e o diâmetro médio, sendo esta última ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre o número de colmos e o diâmetro médio dos colmos) em magnitude contrária. Associações negativas, com valores não muito elevados, foram observadas entre o comprimento médio dos colmos e o Brix % caldo, contrariando a maioria dos trabalhos citados na tabela 3 que apresentaram correlações fenotípicas positivas entre o Brix % caldo da cana e o comprimento médio dos colmos, embora, também, em pressão de seleção baixa. Associações

inversas entre o diâmetro médio e o número de colmos também foram encontradas por MARIOTTI (1977).

Tabela 14. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase II, estádios de planta e soca.

	Comp. médio dos colmos ¹	Diâmetro médio dos colmos	Número de colmos	Brix % caldo
Comp.. médio dos colmos ²	1,00	0,30**	0,30**	-0,14**
Diâmetro médio dos colmos	0,17**	1,00	-0,26**	-0,05
Número de colmos	0,19**	-0,16*	1,00	0,09*
Brix % caldo	-0,02	-0,01	0,07	1,00

¹ Valores acima da diagonal expressam as $\bar{r}_{F(xy)}$ no estádio de cana planta; ² Valores abaixo da diagonal expressam as $\bar{r}_{F(xy)}$ no estádio de cana soca; ** significativo ao nível de 1%; *significativo ao nível de 5%.

Os valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ entre o diâmetro médio dos colmos e o número de colmos encontrados, no presente estudo, foram diferentes das estimativas de $\bar{r}_{F(xy)}$ obtidas por NAIR & SOMARAJAN (1984), que encontraram valores mais pronunciados ($\bar{r}_{F(xy)} = -0,79$). Os resultados do presente estudo reafirmaram esta associação, porém, com valores baixos, não chegando a comprometer a seleção indireta para ambos os caracteres conjuntamente.

A Tabela 15 mostra as correlações fenotípicas entre caracteres associados dois a dois, para a fase III nos estádios de planta e soca.

Na fase III, verificaram-se correlações superiores entre o número de colmos e o comprimento médio e, entre o número de colmos e o diâmetro médio, sendo esta última de magnitude contrária, conforme pôde ser observado na Tabela 15.

Observou-se, para a fase III, novamente a ausência de correlações ($\bar{r}_{F(xy)}$) significativas entre o Brix % caldo da cana e os caracteres componentes da produção da cana-de-açúcar.

Tabela 15. Correlação fenotípica média ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os caracteres componentes da produção associados dois a dois, na fase III, estágio de planta.

	Comp. médio dos colmos	Diâmetro médio dos colmos	Número de colmos	Brix % caldo
Comp. médio dos colmos	1,00	-0,15*	0,21**	-0,07
Diâmetro médio dos colmos		1,00	-0,33**	-0,09
Número de colmos			1,00	0,05
Brix % caldo				1,00

** significativo ao nível de 1%; * significativo ao nível de 5%.

Analisando-se os resultados da correlação entre caracteres componentes da produção, nas três fases iniciais, Tabela 16, verificou-se que a correlação fenotípica entre o diâmetro médio dos colmos e o número de colmos aumentou à medida em que se avançou nas fases de seleção, ou seja, quanto maior o tamanho da parcela representativa do clone, maior a correlação negativa entre estes dois componentes. Estes resultados mostraram que quando a seleção foi feita com ênfase apenas no número de colmos, na fase I, a seleção para um diâmetro médio superior não foi afetada, ou foi de maneira não significativa. Nas fases subsequentes (fases II e III), quando a seleção foi realizada baseada única e exclusivamente no número de colmos, o diâmetro médio passou a sofrer uma pressão de seleção negativa em maior pressão de seleção.

Os componentes comprimento médio dos colmos e número de colmos, embora em baixa pressão de seleção, apresentaram uma associação positiva e uniforme entre as fases de seleção, podendo ser melhoradas em conjunto, sem maiores complicações. Associações entre o comprimento médio dos colmos e o diâmetro médio mostraram-se positivamente correlacionadas na fase II e inversamente correlacionadas na fase III. Trabalhos já realizados em

outros países, porém, em condições não muito semelhantes às do Brasil, mostraram a mesma tendência dos dados aqui relatados, também acusando um aumento na associação fenotípica entre os caracteres número de colmos e o diâmetro médio, no decorrer das fases I, II e III.

Tabela 16. Correlações fenotípicas ($\bar{r}_{F(xy)}$) entre os componentes comprimento médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos e número de colmos nas três fases de seleção (fases I, II e III), reunidos em uma única tabela.

		Compr. vs Diam	Compr. vs Colmos	Diam vs Colmos
Fase I	Planta	0,17**	0,12**	-0,13**
	Soca	0,39**	0,33**	0,10*
Fase II	Planta	0,30**	0,30**	-0,26**
	Soca	0,17**	0,19**	-0,16**
Fase III	Planta	-0,15**	0,21**	-0,33**

**significativo ao nível de 1%; *significativo ao nível de 5%. Compr. = comprimento médio dos colmos; Diam = diâmetro médio dos colmos; Colmos = número de colmos

De acordo com MARIOTTI (1977), a correlação fenotípica entre o número de colmos e o diâmetro médio são instáveis e bastante sensíveis a fatores ambientais. Em certas ocasiões o autor encontrou valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ negativos e, em outras, nulos. No presente estudo foi constatada uma influência da pressão de seleção nos valores de $\bar{r}_{F(xy)}$. Na fase III, cuja população já havia sido submetida a duas seleções (entre as fases I e II e, entre as fases II e III), a correlação entre o número de colmos e o diâmetro médio foi bastante superior aos valores de $\bar{r}_{F(xy)}$ observados na fase I.

Para as correlações fenotípicas entre o comprimento médio dos colmos e o diâmetro médio e entre o comprimento médio e o número de colmos não foram observadas a ocorrência de associações negativas. Isto comprova a possibilidade de se realizar a seleção direta para um caráter sem interferir diretamente no outro caráter.

4.3. Estimativa da repetibilidade fenotípica.

As repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) foram estimadas para os caracteres comprimento médio, diâmetro médio, número de colmos, Brix % caldo da cana e peso dos colmos, segundo dois critérios definidos no capítulo 3, a saber:

(1) Repetibilidades fenotípicas do caráter x entre estádios de planta e soca, dentro de uma mesma fase de seleção: Foi obtida através da análise da variância descrita nas Tabela 10 e 8b do sub-item 3.3.1.1;

(2) Repetibilidade fenotípica para o caráter x entre fases de seleção e estádios de corte. Foi obtida da análise da covariância descrita no sub-item 3.3.1.2, envolvendo fases diferentes de seleção.

Os resultados podem ser observados nas tabelas 17 a 21. Mais uma vez foi apresentado apenas os valores de $\bar{r}_{F(x)}$ reunidos para todos os cruzamentos, uma vez que não foram observadas diferenças significativas a 5 % para o qui-quadrado no teste de homogeneidade de correlações entre os cruzamentos.

Tabela 17. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do comprimento médio dos colmos.

		Fase I	Fase II		Fase III
		Soca	Planta	Soca	Planta
Fase I	Planta	0,392**	0,367**	0,423**	0,430**
	Soca		0,324**	0,538**	0,562**
Fase II	Planta			0,376**	0,491**
	Soca				0,524**

** significativo ao nível de 1%.

As repetibilidades entre os estádios de planta e soca nas fases I e II foram extraídas em um mesmo experimento sendo, portanto, obtidas da análise da variância descrita no sub-item 3.3.2.1. Demais estimativas foram obtidas da análise da covariância, conforme descrito no sub-item 3.3.2.2.

Observa-se na Tabela 17 que os maiores valores de repetibilidade fenotípica ocorreram na fase III, envolvendo os estádios de soca das fases I e II. As estimativas de repetibilidade fenotípica aqui relatadas foram semelhantes às citadas por MARIOTTI (1973), na Argentina, que encontrou $\bar{r}_{F(x)} = 0,36$ para o comprimento médio dos colmos entre as fases I e II no estádio de soca. Os valores de $\bar{r}_{F(x)}$ foram ligeiramente inferiores aos relatados por RODRIGUES (1986), que citou valores de repetibilidade entre 0,50 e 0,60 para o comprimento médio dos colmos entre as fases I e II, nos estádios de planta e soca. Pela não ocorrência de diferenças pronunciadas entre os valores de repetibilidade fenotípica entre os estádios de planta e soca nas fases I e II, pode-se optar pela seleção no estádio de planta para as fases em questão, objetivando-se maior ganho de seleção por unidade de tempo, uma vez que, desta forma, a fase III pode ser alcançada dois anos após o plantio da fase I.

A seleção baseada no comprimento médio do colmo deve ser bastante liberal pois, em termos gerais, menos de 50% dos melhores fenótipos, na fase I, serão os melhores também na fase III.

Tabela 18. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do diâmetro médio dos colmos.

		Fase I		Fase II		Fase III	
		Soca		Planta		Soca	
		Soca		Planta		Planta	
Fase I	Planta	0,515**	0,581**	0,452**	0,453**		
	Soca		0,468**	0,424**	0,366**		
Fase II	Planta			0,533**	0,619**		
	Soca					0,546**	

**significativo ao nível de 1%.

A Tabela 18 mostra as repetibilidades fenotípicas do diâmetro médio dos colmos. Verificaram-se valores ligeiramente superiores aos observados para o comprimento médio dos colmos, sem diferenças entre os estádios de planta e soca. As repetibilidades fenotípicas observadas entre a fase III e a fase I foram inferiores às repetibilidades encontradas entre as fases III e II, indicando que a

seleção visual para o caráter diâmetro médio dos colmos não deve ser enfatizada na fase I, principalmente no estágio de soca. Para este caráter ficou evidente que a seleção pode e deve ser bastante liberal na fase I, podendo ter sua pressão de seleção aumentada na fase II, quando os valores de repetibilidade passam a ser maiores. Comparativamente aos resultados encontrados por RODRIGUES (1986), observou-se que, para as repetibilidades entre as fases I e II, os valores encontrados foram próximos e, de maneira geral, não houve diferenças pronunciadas entre as estimativas nos estádios de planta e soca. Isto indica, também, a possibilidade de se selecionar no estágio de planta apenas.

Tabela 19. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do número de colmos.

		Fase I		Fase II		Fase III	
		Soca		Planta		Planta	
Fase I	Planta	0,632**	0,335**	0,357**	0,413**		
	Soca		0,393**	0,441**	0,458**		
Fase II	Planta			0,688**	0,596**		
	Soca				0,546**		

**significativo ao nível de 1%.

Para o número de colmos (Tabela 19) observou-se que a maior repetibilidade ocorreu na fase II entre os estádios de planta e soca, com valor de $\bar{r}_{F(x)} = 0,688$. As repetibilidades entre as fase I e II foram baixas, aproximando-se dos valores encontrados para o componente comprimento médio dos colmos e, inferiores aos valores observados com o diâmetro médio dos colmos. Porém, entre as fases I e III e entre as fases II e III, observou-se que as repetibilidades passaram a assumir valores mais elevados, próximos aos encontrados para os caracteres comprimento médio dos colmos e diâmetro médio. Aqui, os resultados foram diferentes dos observados por RODRIGUES (1986) e se aproximaram dos citados por MILLER (1975), que encontrou valores de repetibilidade entre as fases I, II e III, semelhantes ao caráter diâmetro médio dos colmos, ou seja, de $\bar{r}_{F(x)} = 0,500$

Tabela 20. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do Brix % caldo da cana.

		Fase I	Fase II		Fase III
		Soca	Planta	Soca	Planta
Fase I	Planta	0,452**	0,784**	0,715**	0,671**
	Soca		0,707**	0,680**	0,623**
Fase II	Planta			0,590**	0,698**
	Soca				0,668**

**significativo a 1%.

Tabela 21. Repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) do peso dos colmos.

		Fase I	Fase II		Fase III
		Soca	Planta	Soca	Planta
Fase I	Planta	0,484**	0,347**	0,357**	0,289**
	Soca		0,331**	0,416**	0,297**
Fase II	Planta			0,596**	0,569**
	Soca				0,530**

**significativo a 1%.

A Tabela 20 contém valores de repetibilidade fenotípica para o Brix % caldo. Os resultados obtidos mostraram-se uniformes e elevados entre todas as fases e estádios, constituindo-se no componente de maior repetibilidade nas fases iniciais de seleção, com valores de $\bar{r}_{F(x)}$, na maioria das vezes, superiores a 0,600. Neste carácter o estádio de planta parece ter mostrado resultados mais uniformes que o estádio de soca, ficando as maiores repetibilidades entre as fases I e II, no estádio de planta. Estes resultados foram superiores aos citados por MARIOTTI (1973), MILLER (1975), NAGESWARA & ETHIRAJAN (1985) e RODRIGUES (1986), que mostraram valores de repetibilidade fenotípica para o Brix % caldo semelhantes aos citados para o comprimento médio, o diâmetro médio e o número de colmos.

Por se tratar de um caráter quantitativo, resultante da ação direta dos caracteres comprimento médio, diâmetro médio e número de colmos, o peso de matéria verde (ou peso dos colmos) mostrou repetibilidades fenotípicas baixas, conforme se vê na Tabela 21. Estas repetibilidades fenotípicas foram menores entre as fases I e II, e entre I e III tanto para o estádios de planta quanto para o estádio de soca. As repetibilidades entre as fases II e III mostraram valores maiores, indicando que o peso do "seedling" na fase I não deve ser utilizado como critério de seleção. Caracteres relacionados à composição do peso dos colmos, como o comprimento médio, o diâmetro médio e o número de colmos, podem ser utilizados preferencialmente na seleção desta fase.

Tomando-se como referência a fase III, fase esta que teoricamente deve ter sofrido efeitos menores da competição entre parcelas vizinhas e da interação entre o genótipo e o ambiente, e analisando-se as repetibilidades fenotípicas ($\bar{r}_{F(x)}$) para cada um dos caracteres avaliados, verificou-se que, para o comprimento médio dos colmos e para o Brix % caldo da cana, os valores de $\bar{r}_{F(x)}$ não diferiram significativamente entre as fases I e III, e entre II e III. Já para os caracteres diâmetro médio, número de colmos e peso dos colmos observou-se uma nítida variação dos valores de $\bar{r}_{F(x)}$ entre as fases I e III, e entre II e III. Para estes caracteres as repetibilidades entre as fases I e III foram inferiores às observadas entre as fases II e III.

A seleção fenotípica deveria então, em função dos valores de $\bar{r}_{F(x)}$ encontrados no presente estudo, embasar-se nos caracteres comprimento médio dos colmos e Brix % caldo da cana na fase I e, nos demais caracteres na fase II.

5. CONCLUSÕES.

Dentro das condições nas quais foi realizado o presente estudo, os resultados apresentados e discutidos permitiram as seguintes conclusões:

- As estimativas de herdabilidade em sentido restrito dos caracteres agronômicos componentes da produção agrícola (sacarose) não apresentaram resultados consistentes entre as fases e estádios de seleção avaliados. Os valores de herdabilidade, a exemplo dos citados na literatura, mostraram grande variação. Para avaliações mais precisas, devem ser utilizados experimentos com maior número de cruzamentos e com um número maior de repetições dos pais em cada parcela;

- Na avaliação das correlações fenotípicas, o caráter mais correlacionado com o peso dos colmos foi o número de colmos ($r_{F(xy)} \geq 0,69$ em todas as fases de seleção). O comprimento médio e o diâmetro médios dos colmos, por sua vez, mostraram-se menos correlacionados com o peso. A seleção para um alto número de colmos deve ser enfatizada quando se objetiva a seleção indireta para o peso dos colmos, principalmente na fase I, onde as correlações fenotípicas foram maiores;

- A correlação fenotípica entre o número e o peso dos colmos apresentou uma tendência de decréscimo entre as fases I e III ($r_{F(xy)} = 0,80$ a $0,69$) juntamente com um aumento na correlação fenotípica entre o comprimento médio e o peso dos colmos ($r_{F(xy)} = 0,38$ a $0,48$, respectivamente para as fases I e III). Correlações entre o diâmetro médio e o peso dos colmos foram baixas. Esta tendência nos valores de $r_{F(xy)}$ ressaltam que critérios específicos devem ser adotados em cada fase, para a seleção indireta do peso dos colmos.

- O Brix % caldo da cana não apresentou correlações significativas com o peso dos colmos, nas fases estudadas. Teor de açúcar (Brix % caldo) e

produção (peso dos colmos), podem ser melhorados independentemente, sem que a seleção para um caráter prejudique a seleção do outro caráter.

- Correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados em uma mesma fase de seleção foram baixas em sua maioria ($r_{\bar{F}(xy)}$ máx = 0,39 entre comprimento médio e o diâmetro médio dos colmos na fase I, estágio de soca), indicando que a seleção indireta para um único caráter não deva exercer influência marcante na seleção de um outro caráter.

- O Brix % caldo da cana apresentou repetibilidades fenotípicas elevadas entre as fases e estágio de seleção ($r_{\bar{F}(x)} \geq 0,60$ na maioria dos casos). Para este caráter em particular, a seleção individual pode ser realizada com rigor logo na fase I;

- O comprimento médio dos colmos apresentou repetibilidades fenotípicas variando de baixas, entre as fases I e II, a intermediárias, entre as fases I e III e entre II e III, nos estádios de planta e soca. Pela semelhança das repetibilidades entre as fases I e III e entre as fases II e III, verificou-se que o critério adotado para a seleção deste caráter na fase I poderá ser o mesmo que o utilizado na fase II;

- O diâmetro médio dos colmos mostrou repetibilidades moderadas entre todas as fases e estádios estudados, com valores de $r_{\bar{F}(x)}$ entre as fases II e III ligeiramente superiores aos valores observados entre as fases I e III, em ambos os estádios de seleção. Neste caso, o critério utilizado para seleção deste caráter na fase I deverá ser mais liberal que o critério a ser adotado para a fase II;

- O número de colmos, de forma semelhante ao diâmetro médio, apresentou repetibilidades intermediárias, com os valores tendendo a elevados entre as fases II e III. Na seleção deste caráter poder-se-á adotar um critério mais rigoroso a partir da fase II, estágio de planta, mantendo-se um critério mais liberal na fase I;

- O peso dos colmos apresentou repetibilidades fenotípicas baixas na fase I, passando a intermediária a partir da fase II. Os valores de $r_{\bar{F}(x)}$ foram inferiores aqueles encontrados nos caracteres componentes da produção, avaliados neste estudo. A seleção individual visando o peso dos colmos deveria ser iniciada apenas a partir da fase II, ficando a seleção da fase I baseada apenas

nos caracteres componentes da produção (comprimento médio dos colmos e Brix % caldo da cana);

- Com relação aos estádios de planta e soca, os valores de correlação fenotípica e de repetibilidade fenotípica evidenciaram a possibilidade de se realizar a seleção individual apenas nos estádios de planta para as fases I e II, uma vez que os resultados obtidos não apresentaram diferenças pronunciadas entre os estádios de planta e soca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BROWN, A.H.D.. Correlation between Brix in juice and fiber in commercial hybrid sugar cane populations. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 12: 754-759. 1965.
- BROWN, A.H.D.; DANIELS,J.; and LATTER, B.D.H. Quantitative genetics of sugarcane. I - Analysis of variation in a comercial hybrid sugarcane population. Theor. Applied Genetics, Berlin, 38:361-9. 1968.
- BROWN, A.H.D.; DANIELS,J.; and LATTER, B.D.H. Quantitative genetics of sugarcane. II - Correlation analysis of continuous characters in relation to hybrid sugarcane breeding. Theor. Applied Genetics, Berlin, 39:1-10. 1969.
- DUDLEY, J.W.; and MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Science, Madison, 9: 257-262. 1969.
- FALCONER, D.S. Introdução à Genética Quantitativa. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 279p. 1987.
- GEORGE, E.F.. Effect of environment on components of yield in "seedlings" from five *Saccharum* crosses. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 10: 755-765. 1959.
- GRAVOIS, K.A.; MILLIGAN, S.B.; and MARTIN, F.A.. Indirect selection for increased sucrose yield in early sugarcane testing stages. Field Crop Res., Amsterdam, 26: 67-73. 1991.

- HALLAUER, A.R. and MIRANDA-FILHO, J.B.. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Second Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA. 468p. 1988.
- HOGARTH, D.M. Quantitative inheritance studies in sugarcane. I - Estimation of variance components. Aust. J. of Agr. Research, Melbourne, 22: 93-102. 1971a.
- HOGARTH, D.M. Quantitative inheritance studies in sugarcane. II - Correlation and predicted response to selection. Aust. J. of Agr. Research, Melbourne, 22: 103-109. 1971b.
- HOGARTH, D.M.; WU, K.K.; and HEINZ, D.J. Estimating genetic variance in sugarcane using a factorial cross design. Crop Science, Madison, 21(Jan./Feb.): 21-25. 1981.
- JAMES, N.I. Yield components in random and selected sugarcane populations. Crop Science, Madison, 11: 906-908. 1971.
- KANG, M.S.; MILLER, J.D.; and TAI, P.Y.P. Genetic and phenotypic path analysis and heritability in sugarcane. Crop Science, Madison, 23 (Jul./Aug.): 643-647. 1983.
- MADHAVI, D.; REDDY, C.R.; and RAO, K.S.N.. Inter-relationships of components traits of cane and sugar yields. Sugar Cane, supplement. 1990.
- MARIOTTI, J.A. On the effectiveness of some genetic parameters used in the selection of sugarcane population. Sugar Cane Breeders Newsletter. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 29:8-15. 1972.
- MARIOTTI, J.A. Experiencias de seleccion clonal em caña de azúcar en la provincia de Jujuy. II - Repetibilidad y heredabilidad de caracteres de interesse agronômico. Rev. Agro. N.O. Argentina, Argentina, 10 (1-2): 61-73. 1973.
- MARIOTTI, J.A. Sugarcane clonal selection research in Argentina. A review of experimental results. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 16: 9-20. 1977.

- MILLER, J.D. and JAMES, N.I. Selection in six crops of sugarcane. I - Repeatability of three characters. Crop Science, Madison, 15: 23-25. 1975.
- MILLIGAN, S.B.; GRAVOIS, K.A.; BISCHOFF, K.P.; and MARTIN, F.A. Crop effects on genetic relationship among sugarcane traits. Crop Science, Madison, 30: 927-931. 1990.
- NAGESWARA, R.A.O. and ETHIRAJAN, A.S. Repeatability and predictability in progenies of crosses of high and low sugar cultivars of sugarcane. Indian J. of Agric. Sciences, New Delhi, 55(4): 246-250. 1985.
- NAIR, N.V.; SOMARAJAN, K.G.; and BALASUNDARAN, N. Genetic variability, heritability and genetic advance in "Saccharum officinarum" L. International Sugar Journal, Port Talbot, 38: 257-76. 1980.
- NAIR, N.V.; and SOMARAJAN, K.G. Genetic correlations and selection responses in a hybrid sugarcane populations selected for adaptation to water logging. Indian J. Agric. Sciences, New Delhi, 54 (3):180-2. 1984.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso Prático de Estatística Experimental. 13 Edição. Livraria Nobel, São Paulo, 465p. 1987.
- REDDY, C.R. and REDDI, M.V. Degree of genetic determination, correlation and genotypic and phenotypic path analysis of cane and sugar yield in sugarcane. Indian Journal of Genetics, 46(3):550-557. 1986.
- RODRIGUES, I.A. Influência del sistema de cruzamento en las poblaciones obtenidas de caña de azúcar. II - Repetibilidad de los principales caracteres. Boletin INICA, 2:1-10. 1986.
- SHARMA, M.L.; and SINGH, H.N.. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in hybrid population of sugarcane. Indian J. Agric. Sciences, New Delhi, 54(2): 102-109. 1984.
- SINGH, H.N.; SINGH, S.B.; and SINGH, T.K. Selection parameters in sugarcane. Indian J. of Agric. Sciences, New Delhi, 51(8): 562-566. 1981.

SKINNER, J.C. Sugarcane selection experiments. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 11:561-567. 1962.

SKINNER, J.C. Selection in Sugarcane: A Review. Bureau of Sugar Experiment Station, Gardonvale, Queensland, Austrália. 1971. 14p.

SKINNER, J.C. Efficiency of bunch planted and single planted "seedlings" for selection superior families in sugarcane. Euphytica, Dordrecht, 31:523-37. 1982.

STEEL, R.G.D & TORRIE, J.H. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Second Ed. McGraw Hill. USA, 633p. 1980.

7. ANEXOS.

Anexo 1. Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento II, para os estádios de cana planta e de cana soca.

Caráter	Cruz.	Bloco	Planta		Soca	
			Filhos	Pais	Filhos	Pais
Brix % caldo	400	1	16,55	18,00	18,39	19,73
Brix % caldo	400	2	17,05	17,45	18,67	19,90
Brix % caldo	400	3	18,17	18,45	19,94	19,46
Brix % caldo	400	4	17,43	17,70	19,03	19,03
Brix % caldo	402	1	18,58	16,60	20,29	17,33
Brix % caldo	402	2	18,75	17,85	19,49	18,56
Brix % caldo	402	3	19,60	18,40	20,81	18,47
Brix % caldo	402	4	19,43	17,55	20,45	19,03
Brix % caldo	418	1	16,49	16,70	18,77	19,10
Brix % caldo	418	2	16,62	16,85	18,58	19,23
Brix % caldo	418	3	17,02	17,25	19,34	19,04
Brix % caldo	418	4	16,25	16,90	17,95	20,33
Brix % caldo	435	1	16,17	16,10	18,20	18,87
Brix % caldo	435	2	16,66	17,40	18,50	18,63
Brix % caldo	435	3	16,82	17,35	18,80	19,56
Brix % caldo	435	4	17,08	16,90	18,81	19,23
Brix % caldo	478	1	16,17	15,45	18,33	17,80
Brix % caldo	478	2	16,04	16,55	18,01	18,77
Brix % caldo	478	3	16,08	17,40	17,46	19,17
Brix % caldo	478	4	17,16	17,30	18,36	18,84
Brix % caldo	486	1	18,26	18,30	21,23	20,73
Brix % caldo	486	2	19,31	19,05	20,60	20,63
Brix % caldo	486	3	18,90	18,90	20,35	20,63
Brix % caldo	486	4	19,34	19,15	20,79	20,67
Colmos	400	1	16,00	10,00	23,90	6,00
Colmos	400	2	14,00	19,00	20,74	19,00
Colmos	400	3	19,30	14,00	24,00	19,00

Anexo 1. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento II, para os estádios de cana planta e de cana soca.

Caráter	Cruz.	Bloco	Planta		Soca	
			Filhos	Pais	Filhos	Pais
Colmos	400	4	20,90	13,00	26,75	22,00
Colmos	402	1	21,05	28,00	26,47	29,00
Colmos	402	2	26,79	20,00	30,58	20,00
Colmos	402	3	25,55	17,00	28,00	21,00
Colmos	402	4	24,05	21,00	29,80	29,00
Colmos	418	1	18,95	30,00	24,75	32,00
Colmos	418	2	22,95	29,00	27,11	36,00
Colmos	418	3	20,00	14,00	25,84	30,00
Colmos	418	4	20,90	25,00	25,95	30,00
Colmos	435	1	23,10	24,00	30,40	40,00
Colmos	435	2	22,80	22,00	30,45	25,00
Colmos	435	3	23,70	15,00	28,60	36,00
Colmos	435	4	24,60	20,00	29,70	36,00
Colmos	478	1	17,30	5,00	23,75	9,00
Colmos	478	2	15,05	13,00	24,35	23,00
Colmos	478	3	23,68	20,00	31,21	25,00
Colmos	478	4	24,95	22,00	27,50	32,00
Colmos	486	1	12,95	8,00	24,05	28,00
Colmos	486	2	19,63	12,00	28,89	22,00
Colmos	486	3	21,30	8,00	31,15	17,00
Colmos	486	4	21,15	14,00	25,85	28,00
Comprimento *	400	1	135,75	145,00	203,50	230,00
Comprimento	400	2	151,58	135,00	209,47	220,00
Comprimento	400	3	164,25	150,00	208,00	215,00
Comprimento	400	4	169,50	145,00	204,00	205,00
Comprimento	402	1	148,68	150,00	197,37	170,00
Comprimento	402	2	158,42	130,00	202,32	167,50
Comprimento	402	3	199,50	160,00	209,25	165,00
Comprimento	402	4	177,00	150,00	206,00	187,50
Comprimento	418	1	156,50	167,50	201,50	200,00
Comprimento	418	2	160,00	140,00	197,11	200,00
Comprimento	418	3	150,79	132,50	193,68	195,00
Comprimento	418	4	155,50	165,00	206,25	207,50
Comprimento	435	1	147,50	132,50	201,50	215,00
Comprimento	435	2	164,00	175,00	196,50	200,00

Anexo 1. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento II, para os estádios de cana planta e de cana soca.

Caráter	Cruz.	Bloco	Planta		Soca	
			Filhos	Pais	Filhos	Pais
Comprimento	435	3	179,00	142,50	197,50	195,00
Comprimento	435	4	168,00	142,50	203,00	200,00
Comprimento	478	1	166,50	107,50	217,50	215,00
Comprimento	478	2	179,25	167,50	220,50	225,00
Comprimento	478	3	202,11	170,00	212,89	220,00
Comprimento	478	4	189,00	187,50	224,75	250,00
Comprimento	486	1	100,25	75,00	186,50	185,00
Comprimento	486	2	148,16	120,00	200,53	190,00
Comprimento	486	3	140,50	137,50	191,50	215,00
Comprimento	486	4	155,75	135,00	186,00	180,00
Diâmetro **	400	1	5,25	6,00	4,99	7,33
Diâmetro	400	2	5,26	5,50	6,08	6,42
Diâmetro	400	3	5,95	6,00	6,07	6,50
Diâmetro	400	4	6,05	6,00	5,94	6,33
Diâmetro	402	1	4,84	7,00	4,89	5,75
Diâmetro	402	2	4,89	7,00	4,97	5,92
Diâmetro	402	3	5,15	7,00	4,97	5,50
Diâmetro	402	4	5,80	8,00	5,10	6,17
Diâmetro	418	1	5,45	5,50	5,72	5,92
Diâmetro	418	2	5,11	5,50	5,25	5,25
Diâmetro	418	3	5,95	5,50	5,41	5,67
Diâmetro	418	4	5,70	6,50	6,41	6,08
Diâmetro	435	1	5,95	7,00	5,36	5,50
Diâmetro	435	2	5,85	5,00	6,46	6,08
Diâmetro	435	3	6,05	5,50	5,33	5,33
Diâmetro	435	4	6,45	6,00	6,17	7,00
Diâmetro	478	1	6,35	6,00	6,30	5,83
Diâmetro	478	2	6,30	6,50	6,23	7,25
Diâmetro	478	3	6,21	6,00	5,62	5,50
Diâmetro	478	4	6,35	6,50	6,15	6,92
Diâmetro	486	1	6,40	6,00	6,58	5,92
Diâmetro	486	2	6,42	6,50	5,91	5,67
Diâmetro	486	3	6,45	6,00	6,16	6,08
Diâmetro	486	4	6,95	6,50	5,92	5,33
Peso ***	400	1	15,30	18,00	23,75	12,50
Peso	400	2	16,58	19,85	26,33	38,40

Anexo 1. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento II, para os estádios de cana planta e de cana soca.

Caráter	Cruz.	Bloco	Planta		Soca	
			Filhos	Pais	Filhos	Pais
Peso	400	3	23,46	22,45	29,08	20,50
Peso	400	4	22,30	15,00	30,12	31,20
Peso	402	1	22,01	30,10	26,98	37,90
Peso	402	2	27,28	23,50	32,85	23,95
Peso	402	3	29,69	24,40	31,60	27,25
Peso	402	4	28,20	28,70	30,29	41,70
Peso	418	1	20,70	28,70	30,55	41,00
Peso	418	2	24,29	35,85	28,55	40,55
Peso	418	3	21,15	17,30	29,66	38,00
Peso	418	4	20,48	27,25	29,98	38,65
Peso	435	1	27,62	31,65	35,75	48,00
Peso	435	2	33,01	32,25	40,71	38,75
Peso	435	3	30,47	19,30	34,60	45,55
Peso	435	4	29,06	22,65	33,97	45,45
Peso	478	1	26,35	6,85	37,30	10,75
Peso	478	2	23,04	25,20	35,69	48,95
Peso	478	3	38,32	33,85	40,14	44,45
Peso	478	4	31,76	34,35	36,69	66,35
Peso	486	1	13,15	7,65	35,80	30,25
Peso	486	2	27,43	15,85	42,29	23,10
Peso	486	3	25,32	9,85	36,58	17,00
Peso	486	4	28,31	14,65	34,41	30,40

* Comprimento em cm; ** Diâmetro em escala (1 a 9); *** Peso em Kg

Anexo 2. Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento III, para o estágio de cana planta.

Caráter	Bloco	Cruzamento	Filhos	Pais
Brix % caldo	1	400	19,29	19,30
Brix % caldo	2	400	18,73	18,42
Brix % caldo	3	400	19,35	18,08
Brix % caldo	4	400	19,01	17,40
Brix % caldo	1	402	19,60	19,17
Brix % caldo	2	402	20,33	18,33
Brix % caldo	3	402	20,75	18,90
Brix % caldo	4	402	19,86	18,68
Brix % caldo	1	418	17,85	18,40
Brix % caldo	2	418	18,39	18,70
Brix % caldo	3	418	17,69	18,67
Brix % caldo	4	418	18,05	20,00
Brix % caldo	1	435	17,81	18,95
Brix % caldo	2	435	18,18	18,05
Brix % caldo	3	435	18,80	19,00
Brix % caldo	4	435	18,82	20,40
Brix % caldo	1	478	18,68	17,55
Brix % caldo	2	478	17,98	18,02
Brix % caldo	3	478	16,57	18,55
Brix % caldo	4	478	17,51	20,48
Brix % caldo	1	486	19,92	19,48
Brix % caldo	2	486	19,61	18,68
Brix % caldo	3	486	20,08	17,88
Brix % caldo	4	486	19,92	20,55
Colmos	1	400	102,50	96,00
Colmos	2	400	110,80	116,00
Colmos	3	400	108,40	122,00
Colmos	4	400	105,50	84,00
Colmos	1	402	113,00	106,00
Colmos	2	402	123,00	106,00
Colmos	3	402	115,50	128,00
Colmos	4	402	114,60	107,00
Colmos	1	418	123,30	130,00
Colmos	2	418	121,20	134,00
Colmos	3	418	104,90	128,00
Colmos	4	418	109,90	104,00
Colmos	1	435	126,20	98,00
Colmos	2	435	135,00	112,00
Colmos	3	435	120,40	135,00

Anexo 2. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento III, para o estágio de cana planta.

Caráter	Bloco	Cruzamento	Filhos	Pais
Colmos	4	435	105,67	94,00
Colmos	1	478	107,90	117,00
Colmos	2	478	121,10	132,00
Colmos	3	478	104,70	113,00
Colmos	4	478	94,10	94,00
Colmos	1	486	116,20	110,00
Colmos	2	486	99,00	115,00
Colmos	3	486	117,80	110,00
Colmos	4	486	94,30	110,00
Comprimento *	1	400	193,10	180,00
Comprimento	2	400	181,50	141,00
Comprimento	3	400	187,00	171,50
Comprimento	4	400	185,50	174,00
Comprimento	1	402	187,00	202,50
Comprimento	2	402	178,50	135,00
Comprimento	3	402	175,30	167,50
Comprimento	4	402	166,50	190,00
Comprimento	1	418	164,30	178,50
Comprimento	2	418	172,40	165,00
Comprimento	3	418	159,90	173,50
Comprimento	4	418	167,80	135,00
Comprimento	1	435	163,90	187,50
Comprimento	2	435	181,20	160,00
Comprimento	3	435	178,20	168,00
Comprimento	4	435	178,33	128,50
Comprimento	1	478	197,30	157,50
Comprimento	2	478	199,00	170,00
Comprimento	3	478	181,10	200,00
Comprimento	4	478	174,70	138,50
Comprimento	1	486	145,40	147,50
Comprimento	2	486	134,56	178,00
Comprimento	3	486	140,70	210,00
Comprimento	4	486	146,50	135,00
Diâmetro **	1	400	5,30	5,58
Diâmetro	2	400	4,80	7,42
Diâmetro	3	400	6,02	5,50
Diâmetro	4	400	5,10	6,50
Diâmetro	1	402	5,92	6,08
Diâmetro	2	402	5,20	6,33
Diâmetro	3	402	5,55	5,83

Anexo 2. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento III, para o estágio de cana planta.

Caráter	Bloco	Cruzamento	Filhos	Pais
Diâmetro	4	402	5,27	6,17
Diâmetro	1	418	6,00	5,25
Diâmetro	2	418	5,35	6,08
Diâmetro	3	418	6,13	4,92
Diâmetro	4	418	5,28	5,83
Diâmetro	1	435	5,65	5,67
Diâmetro	2	435	5,65	5,58
Diâmetro	3	435	5,50	5,50
Diâmetro	4	435	6,17	5,54
Diâmetro	1	478	5,30	7,00
Diâmetro	2	478	5,70	6,00
Diâmetro	3	478	6,93	5,75
Diâmetro	4	478	5,97	5,67
Diâmetro	1	486	6,25	6,17
Diâmetro	2	486	6,24	5,50
Diâmetro	3	486	5,78	5,75
Diâmetro	4	486	6,49	5,83
Peso ***	1	400	137,90	117,00
Peso	2	400	127,10	144,50
Peso	3	400	132,10	161,00
Peso	4	400	122,70	163,00
Peso	1	402	147,80	133,00
Peso	2	402	138,70	135,50
Peso	3	402	130,80	165,00
Peso	4	402	134,20	200,00
Peso	1	418	138,70	126,50
Peso	2	418	145,80	161,00
Peso	3	418	122,40	171,00
Peso	4	418	121,00	97,50
Peso	1	435	167,20	131,50
Peso	2	435	167,90	131,00
Peso	3	435	166,70	160,50
Peso	4	435	154,44	96,00
Peso	1	478	161,30	153,00
Peso	2	478	177,60	160,00
Peso	3	478	168,40	198,00
Peso	4	478	141,00	89,50
Peso	1	486	146,50	126,50
Peso	2	486	116,89	139,00

Anexo 2. (Cont.) Valores médios em cada parcela dos progenitores e da sua respectiva progênie no Experimento III, para o estágio de cana planta.

Caráter	Bloco	Cruzamento	Filhos	Pais
Peso	3	486	128,40	197,00
Peso	4	486	120,70	92,00

* Comprimento em cm; ** Diâmetro em escala (1 a 9); *** Peso em Kg

Anexo 03. Quadro da análise da variância com regressão linear entre pais e filhos.
Fase II, estágio de cana planta.

FV	GL	QMY				
		peso	colmos	compr.	diâmetro	Brix
BLOCOS	3	58,6302	25,8483	1088,7040	0,4164	0,7465
CRUZAMENTOS	5	77,2465**	28,2132*	1062,1490**	1,0778**	5,9672**
REGRESSAO	1	75,9452*	66,1652*	4044,4440*	0,7238**	18,8875**
DESVIOS	4	77,5719*	18,7252*	316,5757	1,1663**	2,7372**
RESIDUO	15	14,3722	6,4625	132,6008	0,0474	0,1519

peso = peso médio dos colmos; colmos = número do colmos ; compr. = comprimento médio dos colmos; diâmetro = diâmetro médio dos colmos; Brix = Brix % caldo da cana; * significativo ao nível de 5 %; ** significativo ao nível de 1 %; QMY = Soma de quadrados da variável dependente (filhos).

Anexo 04. Quadro da análise da variância com regressão linear entre pais e filhos.
Fase II, estágio de cana soca.

FV	GL	QMY				
		peso	colmos	compr.	diâmetro	Brix
BLOCOS	3	8,4435	7,4110	18,7756	0,1608	0,2265
CRUZAMENTOS	5	78,8150**	17,6913*	341,9684**	0,6866*	4,4507**
REGRESSAO	1	49,9178*	37,0060*	652,3596**	0,1757	4,2940*
DESVIOS	4	86,0392**	12,8626	264,3705**	0,8144*	4,4899*
RESIDUO	15	6,3744	5,0792	25,1443	0,1814	0,2529

peso = peso médio dos colmos; colmos = número do colmos ; compr. = comprimento médio dos colmos; diâmetro = diâmetro médio dos colmos; Brix = Brix % caldo da cana; * significativo ao nível de 5 %; ** significativo ao nível de 1 %; QMY = Soma de quadrados da variável dependente (filhos).

Anexo 05. Quadro da análise da variância com regressão linear entre pais e filhos.
Fase III, estágio de cana planta.

FV	GL	QMY				
		peso	colmos	compr.	diâmetro	Brix
BLOCOS	3	337,9438	223,8472	45,1795	0,2459	0,0003
CRUZAMENTOS	5	1075,3979**	162,9253	1164,8188**	0,4112	4,0514**
REGRESSAO	1	3782,7095**	656,4039*	3901,5869**	0,0818	7,1620**
DESVIOS	4	398,5701**	39,5556	480,6268**	0,4936	3,2738**
RESIDUO	15	72,9928	61,0018	62,4317	0,1954	0,2996

peso = peso médio dos colmos; colmos = número do colmos ; compr. = comprimento médio dos colmos; diâmetro = diâmetro médio dos colmos; Brix = Brix % caldo da cana; * significativo ao nível de 5 %; ** significativo ao nível de 1 %; QMY = Soma de quadrados da variável dependente (filhos).

Anexo 06. Procedimentos para a utilização dos dados originais armazenados em disquete de computador.

Os dados originais estão armazenados em um disquete de 360 kb, compactados, sob a forma de arquivo texto e sob a forma de planilha.

Para acessar qualquer uma das formas, é necessário primeiro que seja feita a descompactação destes arquivos. Para isto, utilize o seguinte procedimento:

1 - Crie um sub-diretório no disco rígido do seu computador, da seguinte forma:

```
c:\ <enter>
```

```
md tese <enter>
```

```
cd\tese <enter>
```

2 - Coloque o disquete com os dados da tese no drive a

3 - Copie o arquivo compactador/descompactador para o drive c:\tese, da seguinte forma:

```
copy a:arj.* c:\tese <enter>
```

4 - descompacte o arquivo com os dados originais do drive a, utilizando-se o programa arj.

```
arj e a:dissert
```

Após descompactar o arquivo dissert.arj, os arquivos com os valores originais poderão ser acessados de duas maneiras, a saber:

A) Utilizando o software Excel 4.0.

Arquivos:	Fase1.xls	Dados originais do Experimento I, nos estádios de planta e de soca.
	Fase2.xls	Dados originais do Experimento II, nos estádios de cana planta e cana soca.
	Fase3.xls	Dados originais do Experimento III, no estádio de cana planta.

Anexo 06. (Cont.). Procedimentos para a utilização dos dados originais armazenados em disquete de computador.

B) Utilizando software's que acessam arquivos textos.

Arquivos:	Fase1.txt	Dados originais do Experimento I, nos estádios de planta e de soca.
	Fase2.txt	Dados originais do Experimento II, nos estádios de cana planta e cana soca.
	Fase3.txt	Dados originais do Experimento III, no estádio de cana planta.