

# **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE DUAS POPULAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS ATRAVÉS DE UM CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE**

**HERNANDO ANTONIO RANGEL JIMENEZ**  
Engenheiro Agrônomo

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

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Fevereiro - 1988

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE DUAS POPULAÇÕES  
DE CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS ATRAVÉS DE UM CICLO DE SE  
LEÇÃO RECORRENTE**

**HERNANDO ANTONIO RANGEL JIMENEZ**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY**

**Tese apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni  
versidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia, Área de  
Concentração: Genética e Melhoramento de  
Plantas.**

**P I R A C I C A B A**  
**Estado de São Paulo - Brasil**  
**Fevereiro - 1988**

R196a Rangel Jimenez, Hernando Antonio  
Avaliação do potencial genético de duas populações  
de cana-de-açúcar obtidas através de um ciclo de seleção  
recorrente. Piracicaba, 1988.  
121 p. ilus.

Tese - ESALQ  
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Melhoramento 2. Cana-de-açúcar -  
População - Potencial genético 3. Cana-de-açúcar -  
Seleção 1. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,  
Piracicaba.

CDD - 633.61

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE DUAS POPULAÇÕES  
DE CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS ATRAVÉS DE UM CICLO DE SE-  
LEÇÃO RECORRENTE**

**HERNANDO ANTONIO RANGEL JIMENEZ**

**Aprovada em 03.03.1988**

**Comissão julgadora :**

<b>Prof. Dr. Roland Vencovsky</b>	<b>ESALQ / USP</b>
<b>Prof. Dr. João Rubens Zinsly</b>	<b>ESALQ / USP</b>
<b>Prof. Dr. Ernesto Paterniani</b>	<b>ESALQ / USP</b>
<b>Dra. Tereza Cristina Peixoto</b>	<b>COPERSUCAR</b>
<b>Dr. Celso Pommer</b>	<b>IAC</b>

  
**Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY**  
**Orientador**

Ofereço

Às memórias de meu pai Hernando

e de meu sogro Carlos Arturo

À minha mãe Nohemy

À minha sogra Cecília

À minha irmã Isaura

Aos meus cunhados Fernando e Carlos Enrique

Aos meus sobrinhos Juan Fernando e Alvaro José

Dedico com muito amor

À minha esposa Cecília

Àos meus filhos Carlos Hernán

e Antonio José

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições

- Ao Professor Dr. Roland Vencovsky pela valiosa orientação em todas as fases deste trabalho e sobretudo pela amizade e pelo apoio nos momentos difíceis.

- Ao Centro de Investigación de la Cana de Azúcar de Colombia, CENICANA, em especial à Diretoria e aos Drs. Armando Samper Gnecco, Clímaco Cassalet Dávila e Nohra Perez Castillo, que possibilitaram a concretização do curso de pos-graduação.

- À Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo Ltda., COPERSUCAR, em especial aos Drs. Manoel Sobral Jr., Wilson Marcelo da Silva, James Estill Irvine, Guilherme Rossi Machado Jr., William Lee Burnquist e Cláudio Félix Gomes de Almeida pelo apoio prestado à realização deste trabalho.

- À Dra. Tereza Cristina Peixoto da Copersucar pela colaboração prestada durante o desenvolvimento deste trabalho e principalmente pelo fornecimento das populações empregadas nesta tese.

- Aos técnicos Agrícolas da Copersucar Benedito Nunes Correa, Fábio Vidal Mina Jr., Sérgio A. de Oliveria, José Roberto Braga, Rodolfo Alves Dias, Pedro Donizetti da Costa e Daniel Selim.

- À Iraneuda Maria C. Ferraz, Ana Laura M. Pessa e Mareli A. Mélega da Biblioteca da Copersucar.

- À Maria Roseli Novello, Maika Magda Rossi, Daniela A. Coletti, Denise de Mattos, Cleide de Marco e Iara Suyeyassu, funcionárias da Copersucar, pela colaboração.

- À Cláudia Regina Ruivo da Silva pelo seu empenho na elaboração deste trabalho.

- Ao Departamento e Instituto de Genética da ESALQ na pessoa de seu Chefe o Professor Dr. João Lúcio de Azevedo pelas facilidades concedidas e aos professores pelos ensinamentos recebidos.

- À Nilce T.P. Sigrist, Terezinha de J.L. Barrete e Olívia R. Pachane da Biblioteca do Departamento de Genética.



- A Gerda Spruck e Elisabete L. Rodrigues,  
funcionárias do Departamento de Genética da ESALQ.

- Aos colegas do curso de pós-graduação, em  
especial: a João Ribeiro Crisóstomo e Antonio Vander Pereira  
e as suas respectivas famílias.

- À Coordenação de Aperfeiçoamento de  
Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa  
de estudos.

## SUMÁRIO

	página
RESUMO .....	<i>ix</i>
SUMMARY .....	<i>xiv</i>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1. Considerações gerais .....	5
2.2. Princípios da seleção recorrente .....	6
2.2.1. Introdução .....	6
2.2.2. Procedimentos empregados na seleção recorrente .....	9
2.2.2.1. Obtenção das progênies .....	9
2.2.2.2. Avaliação das progênies .....	9
2.2.2.3. Recombinação .....	10
2.3. Métodos de seleção recorrente .....	12
2.3.1. Seleção recorrente intrapopulacional .....	12
2.3.1.1. Seleção recorrente emprega- da em outras espécies alógamas .....	15

2.3.1.2	Seleção recorrente intrapopulacional aplicada as espécies autógamas .....	15
2.3.2.	Seleção recorrente interpopulacional .....	18
2.4.	Seleção recorrente aplicada em cana-de-açúcar .....	20
2.4.1.	Emprego da seleção recorrente em cana-de-açúcar .....	22
2.4.2.	Estimativas dos componentes da variância em cana-de-açúcar .....	25
2.4.3.	Estimativas de herdabilidade .....	27
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	29
3.1.	Material .....	29
3.2.	Métodos .....	34
3.2.1.	Local do experimento .....	34
3.2.2.	Execução experimental .....	35
3.2.3.	Descrição da metodologia empregada no laboratório de análise tecnológica ..	36
3.2.4.	Análise da variância .....	38
3.2.4.1.	Análise dos dados das testemunhas por repetição ..	39
3.2.4.2.	Análise dos dados das populações .....	41
3.2.5.	Análise estatístico-genética .....	43

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
4.1. Condições gerais do experimento .....	49
4.1.1. Condições ambientais .....	49
4.1.2. Avaliação do stand .....	51
4.1.3. Homogeneidade do terreno .....	53
4.1.4. Coeficientes de variação .....	57
4.2. Resultados das populações .....	58
4.2.1. Homogeneidade dos estratos .....	58
4.2.2. Coeficientes de variação .....	67
4.2.3. Comparação dos valores médios .....	68
4.2.4. Análise das variâncias fenotípicas dentro de subestratos .....	75
4.2.5. Coeficientes de herdabilidade .....	81
4.2.6. Algumas considerações sobre o método de seleção recorrente empregado neste trabalho .....	84
5. CONCLUSÕES .....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
APÊNDICE .....	111

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GENÉTICO DE DUAS POPULAÇÕES DE CANA-  
DE-AÇÚCAR OBTIDAS ATRAVÉS DE UM CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE

AUTOR: HERNANDO ANTONIO RÁNGEL JIMENEZ

ORIENTADOR: PROF. DR. ROLAND VENCovsky

RESUMO

A seleção recorrente é um método de melhoramento cuja principal vantagem consiste no seu potencial para incrementar a frequência de alelos favoráveis em uma população e conseqüentemente aumentar a probabilidade de obtenção de genótipos superiores.

Não existe informação na literatura brasileira visando conhecer o potencial que o método oferece para o melhoramento da cana-de-açúcar.

O presente trabalho objetivou basicamente:

- a) estimar a variabilidade genética em duas populações avançadas de intercruzamento da cana-de-açúcar;

- b) estimar o efeito de um ciclo de seleção recorrente intrapopulacional sobre a variabilidade genética disponível para se ter mais informações visando melhorar a eficiência da seleção em cana-de-açúcar;
- c) estimar a eficiência da seleção recorrente no melhoramento de populações de cana-de-açúcar;
- d) estimar os parâmetros genéticos e o progresso genético realizado, conseguido através da seleção recorrente.

Com a metodologia empregada neste trabalho conseguiu-se estimar os valores médios e as variâncias fenotípicas e genéticas nos diferentes caracteres para as três populações: a população  $F_1$  ou população original;  $F_{2S}$  ( $F_2$  sacarose, selecionada pelo seu alto conteúdo de sacarose) e  $F_{2SV}$  ( $F_2$  sacarose e vigor, selecionada pelo seu alto conteúdo de sacarose e pelo seu vigor), estas duas últimas obtidas através de um ciclo de seleção recorrente.

Na primeira colheita, os valores médios para os caracteres em  $F_{2S}$  e  $F_{2SV}$  foram maiores que os valores em  $F_1$ . Na segunda colheita, na população  $F_{2S}$ , houve aumentos no valor médio para os caracteres fibra, Brix do laboratório, pol (%) cana e Brix de campo e diminuições para os caracteres ATR, pureza e peso da touceira. Na

população F<sub>2</sub>SV todos os valores médios diminuíram quando comparados com o valor médio em F<sub>1</sub>.

As variâncias fenotípicas dentro dos subestratos aumentaram para todos os caracteres avaliados na primeira colheita (com exceção da pureza). Na segunda colheita houve incrementos para os caracteres fibra e Brix de campo na população F<sub>2</sub>S e para ATR Brix do laboratório e pol (%) cana na população F<sub>2</sub>SV.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo relativo à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2$  rep.) e de subestrato ( $h^2$  sub.) foram altas para todos os caracteres, com exceção da pureza que apresentou uma estimativa baixa -para as populações F<sub>2</sub>S e F<sub>2</sub>SV.

Houve evidência de progresso nos dados da primeira colheita.

A falta de progresso devido à seleção detectada na segunda colheita pode ser explicada por várias causas, tais como:

a) uma pronunciada interação de genótipos x ambiente;

- b) a presença de autofecundação natural o que provocaria uma depressão endogâmica crescente de  $F_1$  para  $F_2$  mascarando o efeito positivo da seleção sobre as médias;
- c) a presença de endogamia, não avaliada neste trabalho, em função do parentesco estreito entre os genitores da população  $F_1$ ;
- d) uma possível baixa eficiência de seleção praticada em  $F_2$ ;
- e) a população  $F_1$  é o resultado do intercruzamento de clones com um grau mais elevado de heterozigose o que se manifesta na média. As populações  $F_2$ , originadas através de um ciclo de seleção recorrente, manifestam uma redução do grau de heterozigose pela recombinação. Esta menor manifestação de vigor se reflete também na média.

Apesar da intensidade de seleção relativamente forte, não houve apreciável alteração da variabilidade genética nas populações  $F_2$ , em relação à variabilidade da  $F_1$ , o que evidencia o poder da seleção recorrente para promover recombinação.



De acordo com os resultados deste trabalho, um ciclo de seleção recorrente pode ter sido insuficiente para aumentar significativamente a frequência de alelos favoráveis. Porém a manutenção ou mesmo o acréscimo da variância para alguns caracteres e as amplitudes dos valores observados para as variâncias fenotípicas indicam que a seleção recorrente apresenta boas perspectivas no melhoramento da cana-de-açúcar.

Os resultados contrastantes encontrados para a primeira e segunda colheitas salientam a necessidade de reavaliação das populações para os mesmos caracteres na terceira colheita.

EVALUATION OF THE GENETIC POTENTIAL OF TWO SUGARCANE POPULATIONS OBTAINED THROUGH ONE CYCLE OF RECURRENT SELECTION

AUTHOR: HERNANDO ANTONIO RANGEL JIMENEZ

ADVISER: PROF. DR. ROLAND VENCOVSKY

SUMMARY

Recurrent selection includes breeding methods which are cyclical and conducted in a repetitive manner to gradually increase the frequency of favorable alleles of quantitatively inherited traits.

There is no information in the Brazilian literature concerning the application of this method in sugarcane breeding and, for this reason, the present work was proposed.

The objectives of this investigation were:

- a) to estimate the genetic variability in two advanced populations of sugarcane;
- b) to evaluate the effects of intrapopulation recurrent selection on genetic variability which are important

- parameters for the improvement of selection efficiency in sugarcane;
- c) to estimate the efficiency of recurrent selection for improving populations in sugarcane;
- d) to estimate genetic parameters and the progress obtained through recurrent selection.

The methodology applied in this experiment permitted the estimation of mean values and phenotypic and genetic variances for each trait for the three populations, namely  $F_1$  (original population);  $F_2S$  ( $F_2$  sucrose; selected for high sucrose content) and  $F_2SV$  ( $F_2$  sucrose and vigor; selected for high sucrose content and vigor), obtained through one cycle of recurrent selection.

In the first cutting, the mean values for all traits measured in the  $F_2S$  and  $F_2SV$  populations were higher than those obtained in the  $F_1$  population. In the second cutting, in the  $F_2S$  population, there were increments in mean values for fiber, Brix measured in the laboratory, pol cane and Brix measured in the field and decreases for ATR (total recoverable sugar), purity and stool weight. In the  $F_2SV$  population, all mean values decreased when compared to the  $F_1$  mean value.

Phenotypic variances within subplots increased for all traits (except purity) in the first cutting. For the second cutting there were increments of variances for fiber and Brix measured in the field for the  $F_{2S}$  population and for ATR, Brix measured in the laboratory and pol cane for the  $F_{2SV}$  population.

Estimates of heritability in the broad sense for selection among stools within replications ( $h^2$  rep.) and for selection among stools within subplots ( $h^2$  sub.) were high for all traits, except for purity which showed a low estimate for the  $F_{2S}$  and the  $F_{2SV}$  populations.

Progress was detected in the first cutting.

The lack of progress due to selection in the second cutting can be explained as due to several causes, such as:

- a) a strong genotype x environment interaction;
- b) the effect of natural selfing which would produce increased inbreeding depression from  $F_1$  to  $F_2$  and hence confounding the positive effect of selection on the mean values;

- c) the effect of inbreeding, not estimated in this work, as a result of the close relationship between the parental clones of the  $F_1$  population;
- d) a possible low efficiency of selection in the  $F_2$  population;
- e) The  $F_1$  population is the result of the intercrossing of clones with a higher degree of heterozygosity that is reflected on the mean value. The  $F_2$  populations, obtained through one cycle of recurrent selection, have a lower degree of heterozygosity due to recombination that is also reflected on the mean value.

In spite of the selection intensity, no pronounced reduction of the genetic variability in the  $F_2$  populations, in relation to  $F_1$ 's was detected, which is an evidence of the power of recurrent selection to promote recombination.

According to the results, a single recurrent selection cycle might have been not sufficient for increasing significantly the frequency of favorable alleles. However the maintenance or even the increase of the variability for some traits and the range of the

phenotypic variances showed that recurrent selection is a breeding method which offers good perspectives to sugarcane breeding program.

Contrasting results found for the first and second cuttings are indicating that a re-evaluation of these  $F_2$  populations is required in the third cutting.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma estratégia amplamente usada no melhoramento da cana-de-açúcar é aquela em que os progenitores são sucessivamente substituídos pelos melhores indivíduos da sua progênie. Alguns programas, porém, dependem de seus antigos progenitores e da repetição de cruzamentos específicos.

Dois tipos de cruzamentos são feitos: os biparentais e os policruzamentos e seu emprego depende dos objetivos do programa. Qualquer que seja o tipo de cruzamento usado, o objetivo do melhorador é formar famílias que apresentem um desempenho médio elevado e suficiente variabilidade genética que permita uma seleção efetiva. Estas famílias originam-se das combinações de progenitores com alta capacidade geral de combinação, além de uma contribuição imprevisível da capacidade específica de combinação.

O melhoramento genético da cana-de-açúcar tem contribuído para aumentar a produtividade em vários

países mas, como anotava DANIELS (1965), muitos programas de melhoramento têm atingido um platô, considerando-se que aqueles grandes incrementos obtidos nos anos 1930 e 1940, têm sido substituídos por avanços menores.

Vários pesquisadores têm salientado a importância de ampliar a variabilidade visando melhorar a eficiência da seleção ou de explorar de uma maneira mais eficaz a variabilidade genética que a espécie possui. Para conseguir isto têm sido propostos diferentes esquemas como:

- a) introdução e avaliação de germoplasma adicional dando ênfase ao uso de materiais de diversas fontes com a finalidade de reduzir a vulnerabilidade genética a nível comercial,
- b) melhoramento populacional, através do uso do sistema de cruzamentos provados e de cruzamentos entre progenitores selecionados,
- c) seleção de cruzamentos,
- d) o uso da seleção recorrente para aumentar a freqüência de genes favoráveis na população.



Quando um caráter é controlado por poucos genes, cuja expressão é pouco afetada pelo ambiente, a seleção pode ser efetiva para os alelos que controlam esse caráter. Em cana-de-açúcar a maioria dos caracteres de importância econômica estão controlados por um número grande e desconhecido de genes, sendo que seus efeitos são influenciados pelo ambiente. Estes caracteres apresentam uma herança complexa, isto é, são caracteres herdados quantitativamente.

O melhorador deve procurar aumentar a freqüência dos alelos favoráveis dos caracteres que são controlados por um grande número de genes e para alcançar este objetivo é que se propõe o uso da seleção recorrente que é um método de melhoramento que visa aumentar a freqüência desses alelos dos caracteres que apresentam herança quantitativa.

Em nossas condições não existem estudos sobre o potencial que oferece a seleção recorrente para o melhoramento da cana-de-açúcar e, em face desta falta de informações sobre sua utilização é que se propõe este trabalho que tem os seguintes objetivos:

- a) Estimar a variabilidade genética em duas populações avançadas de intercruzamento em cana-de-açúcar.

- b) Estimar o efeito de um ciclo de seleção recorrente intrapopulacional sobre a variabilidade genética disponível para melhorar a eficiência da seleção em cana-de-açúcar.
  
- c) Estimar a eficiência da seleção recorrente no melhoramento de populações de cana-de-açúcar.
  
- d) Estimar os parâmetros genéticos e o progresso genético realizado, conseguido através da seleção recorrente.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações gerais

A seleção recorrente é um dos métodos de melhoramento disponível ao melhorador. A sua principal vantagem consiste no seu potencial para aumentar a freqüência de genes favoráveis em uma população e conseqüentemente aumentar a probabilidade de obtenção de genótipos superiores (HULL, 1945). Seus métodos têm recebido uma atenção maior nos últimos anos pois, comparados com outros métodos de melhoramento como "pedigree" ou retrocruzamentos, eles são relativamente novos. O desenvolvimento da genética quantitativa e da teoria da seleção em plantas nas décadas de 1940 e 1950 ajudaram a compreender o potencial da seleção recorrente no melhoramento de populações de plantas.

inicialmente em milho com o objetivo primordial de obter informação sobre a eficiência relativa dos diferentes métodos de seleção para capitalizar os diferentes tipos de efeitos gênicos, ela foi usada

depois visando aumento da produtividade, melhora de caracteres agronômicos e resistência a pragas e doenças, quando se percebeu que os métodos tradicionais não eram mais efetivos para alcançar esses objetivos e que os ganhos genéticos eram cada vez menores.

O mesmo aconteceu, embora muito mais recentemente, com outras culturas alógamas, além do milho, com espécies autógamas e com cana-de-açúcar, pois a seleção recorrente não se aplica apenas a espécies alógamas diplóides mas também a espécies autógamas e poliplóides como a cana-de-açúcar, como já foi proposto por HULL em 1945.

Neste trabalho se fará uma revisão do emprego da seleção recorrente em várias espécies, terminando-se com a cana-de-açúcar.

## 2.2. Princípios da seleção recorrente

### 2.2.1. Introdução

A seleção recorrente inclui os métodos de melhoramento que são cíclicos e que conduzem de maneira repetitiva a incrementar a frequência de alelos favoráveis

de caracteres herdados quantitativamente nas populações de plantas.

Consiste em se selecionar indivíduos superiores os quais são intercruzados, resultando uma população melhorada de primeira ciclo. Esse processo é repetido ciclicamente.

Os princípios usados na seleção recorrente não são novos. Eles são similares àqueles usados em outros métodos de seleção exceto que eles são conduzidos de maneira sistemática. JENKINS (1940), estudando a forma de obter variedades sintéticas de milho esboçou, pela primeira vez, o procedimento geral que é utilizado nos programas de seleção recorrente.

O procedimento do autor é um teste para avaliar a capacidade de combinação e se baseia na maior importância dos efeitos gênicos aditivos com dominância parcial ou completa. HULL (1945), no entanto, acreditou que os efeitos de sobredominância eram de maior importância ao propor o método de seleção recorrente para capacidade específica de combinação. COMSTOCK *et al* (1949) sugeriram a seleção recorrente recíproca, onde a seleção visa ao melhoramento do híbrido entre duas populações, aproveitando-se os dois tipos de efeitos gênicos. Outras

sugestões têm sido apresentadas para melhorar a eficiência dos métodos já mencionados, tais como a seleção massal estratificada (GARDNER, 1961) e a seleção espiga por fileira (LONNQUIST, 1964).

PENNY *et alii* (1963) acrescentaram que a seleção recorrente é um método de melhoramento que apresenta superioridade teórica sobre o sistema normal de auto-polinizações contínuas. O método efetivamente produz mudanças na frequência gênica dentro de uma população sem se aproximar muito rapidamente da homozigosidade que limita a seleção nos sistemas de endogamia. A seleção recorrente é um método para melhorar populações e, como tal, pode ser valioso para o desenvolvimento "per-se" de uma população superior. Ele também tem valor quando, junto com um sistema normal de autofecundações, visa à utilização de linhagens puras na produção comercial de híbridos. Neste caso sua utilidade motiva-se na sua eficiência em incrementar a frequência de alelos favoráveis produzindo uma população que apresente uma alta frequência de plantas superiores ou elite.

## 2.2.2. Procedimentos empregados na seleção recorrente

Os procedimentos da seleção recorrente têm sido apresentados por vários autores como HALLAUER (1981, 1985) e PATERNIANI e MIRANDA FILHO (1987). Exceto para a seleção massal, todos os métodos de seleção recorrente incluem três fases conduzidas de maneira repetitiva até se alcançar os objetivos da seleção.

### 2.2.2.1. Obtenção das progênie

O tipo de progênie depende da espécie, dos caracteres sob seleção e da eficiência relativa da seleção. As progênies podem desenvolver-se por autofecundação ( $S_1$  e  $S_2$ ), meios irmãos e irmãos germanos. Durante o desenvolvimento da progênie deve-se levar em conta uma amostragem adequada da variabilidade genética disponível da população e suficiente semente que permita a avaliação das progênies em ensaios replicados.

### 2.2.2.2. Avaliação das progênies

As progênies obtidas são avaliadas em ensaios com repetição o que permite uma discriminação entre os indivíduos de acordo com os valores genéticos relativos

do caráter sob seleção. A escolha das progênes a recombinar baseia-se na informação obtida da análise da variância e das médias das progênes dos ensaios de avaliação.

Os métodos usados para selecionar as progênes a serem recombinadas são determinados pelos caracteres sob seleção. A seleção pode ser truncada, se o objetivo é a seleção para aumentar o nível de resistência a uma doença. Mas o objetivo também pode ser o de melhorar o desempenho geral de uma população, caso em que se incluiria a seleção para mais de um caráter. A seleção final pode basear-se na soma das seleções prévias ou em um índice de seleção. SMITH *et al* (1981) sugeriram um índice que se baseia nos parâmetros estimados a partir de análises conjuntas dos ensaios de avaliação enquanto que COMPTON e LONNQUIST (1982) usaram o índice multiplicativo de seleção como critério de seleção.

#### 2.2.2.3. Recombinação

A recombinação das progênes selecionadas é a fase final de cada ciclo de seleção. Os métodos de recombinação variam entre os pesquisadores, a espécie, os caracteres sob seleção e as facilidades disponíveis. O objetivo principal da recombinação é formar uma população



para continuar a seleção. Idealmente é desejável ter-se gametas das progênies selecionadas igualmente representadas na população sintetizada. SMITH (1983) chamou a atenção sobre o método empregado para recombinação quando o tamanho efetivo populacional for pequeno, ( $N_e = 10$ ). HALLAUER (1985) apresentou dois métodos, o 'top cross' e o 'bulk', para serem usados no intercruzamento de grande número de seleções. Os dois são úteis em espécies alógamas ou nas espécies autógamas que se cruzam facilmente como sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e fumo (*Nicotiana tabacum* L.).

A proporção e a quantidade do intercruzamento depende do método de seleção recorrente. A recombinação adequada deve permitir novas combinações gênicas, sendo que as recombinações adicionais podem aumentar o tempo requerido para completar cada ciclo de seleção. Alguns autores determinaram que quatro a cinco gerações são suficientes para recuperar a população. Em alguns esquemas uma geração de recombinação é feita entre os ciclos de seleção e em outros esquemas duas recombinações são feitas entre os ciclos sem se aumentar o tempo total para se completar o ciclo.

### 2.3. Métodos de seleção recorrente

Os métodos de seleção recorrente têm sido desenvolvidos para permitir o melhoramento de uma população (intrapopulacional) ou do cruzamento entre duas populações (interpopulacional). Nesta revisão a ênfase será dada à seleção intrapopulacional por estar diretamente relacionada com o presente trabalho.

#### 2.3.1. Seleção recorrente intrapopulacional

A escolha do método de seleção intrapopulacional depende dos objetivos do melhorador. O método pode ser aplicado à maioria das espécies, sejam elas autógamas ou alógamas e a caracteres que variam na complexidade da sua herança. O seu maior ou menor emprego entre as diferentes espécies varia de acordo com a dificuldade em produzir progênie e na recombinação das progênies selecionadas. O milho talvez seja a cultura onde a seleção recorrente tenha sido empregada com maior sucesso. Nesta espécie podem-se testar diferentes métodos de seleção pois nela os cruzamentos e as autofecundações podem ser feitas com facilidade (SPRAGUE, 1966; HALLAUER, 1981).

HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) apresentaram um compêndio da utilização da seleção recorrente em milho. Especificamente a seleção para a produção de grãos e a produtividade tem sido discutida por vários autores como MCGILL e LONNQUIST (1955), BURTON *et alii* (1971), HORNER *et alii* (1969), CARANGAL *et alii* (1971), GENTER (1973), FAKOREDE e MOCK (1978, 1980), ADARA e KANNENBERG (1980), STANGLAND *et alii* (1982), MULAMBA *et alii* (1983), CROSBIE e PEARCE (1982) e LANKEY e HALLAUER (1984). Em geral a resposta da produtividade tem sido de 2 a 4% por ciclo de seleção. No Brasil, PATERNIANI e MIRANDA FILHO (1987) apresentaram os resultados de vários experimentos onde foram obtidos progressos substanciais tanto na produção (ganho de pouco mais de 1% por ano) como na resistência ao acamamento.

As respostas para outros caracteres apresentam ampla variação dependendo do caráter e do tipo de população sob seleção. Para valor nutritivo do milho, SPRAGUE e BRIMHALL (1950), PANI *et alii* (1985) e PAMIN *et alii* (1986) encontraram que a seleção recorrente induziu variações relativamente grandes no melhoramento da qualidade do óleo e na qualidade da semente do milho. Para prolificidade nesta espécie, SINGH *et alii* (1986) verificaram que quatro ciclos incrementaram este caráter e

que a seleção para um número maior de espigas produziu respostas correlacionadas e positivas em outros caracteres.

JOHNSON et alii (1986) obtiveram uma redução linear da altura da planta de milho, de 282 cm a 179 cm após 15 ciclos de seleção recorrente. Quanto à tolerância ao frio HOARD e CROSBIE (1986) acharam que o método produziu mudanças correlacionadas nas freqüências alélicas e nas médias populacionais para os caracteres vigor da plântula, produção de grãos e resistência ao acamamento radicular, mas não alterou as interações G X E para estes caracteres.

Para a resistência às pragas, PENNY et alii (1967), RUSSEL et alii (1974) e KLENKE et alii (1986) mostraram que a seleção recorrente confere um nível de resistência adequada ao ataque da broca *Ostrinia nubilalis* (Hübner) e que de 2 a 4 ciclos foram suficientes para reduzir os índices do ataque do inseto de 3,6 a 2,7, medido na escala de 1 a 9.

A respeito da resistência do milho às doenças, JENKINS et alii (1954) obtiveram um aumento na resistência ao *Helminthosporium turcicum* após duas gerações de intercruzamento e MARTIN e RUSSEL (1984) conseguiram

aumentar a resistência ao fungo *Diplodia maydis* após três ciclos de seleção.

#### 2.3.1.1. Seleção recorrente empregada em outras espécies alógamas

Em alfafa, *Medicago sativa* L., HILL *et alii* (1969) encontraram que a seleção recorrente incrementou significativamente a resistência ao inseto *Empoasca fabae* (Harris) e em beterraba, *Beta vulgaris* L., HECKER (1978) encontrou que, fazendo seleção independente para peso das raízes e para teor de sacarose, a produção de raízes decresceu e o teor de sacarose aumentou.

#### 2.3.1.2. Seleção recorrente intrapopulacional aplicada as espécies autógamias

Os programas de seleção recorrente têm tido uma aplicação limitada ao melhoramento da soja *Glycine max* (L.) Merr. e de outras espécies autógamias, mas de acordo com KHADR e FREY (1965) não há nenhuma razão genética para excluir o uso da seleção recorrente em espécies de autofecundação. A dificuldade de se fazer cruzamentos suficientes para promover a recombinação em cada ciclo e de se obter um grande número de sementes por cruzamentos foi

levantada por BRIM (1973) como uma limitação ao uso deste procedimento. Além disso, tem que se incluir uma geração de autofecundação para se produzir um número adequado de sementes para avaliação o que aumenta o tempo necessário para se completar um ciclo de seleção.

Em soja, BRIM (1973) comentou que os procedimentos de seleção recorrente tinham recebido pouca atenção, devido às dificuldades encontradas na obtenção de grande número de cruzamentos artificiais e também ao baixo número de sementes obtido em cada cruzamento. GERALDI (1977) citou vários autores que estudaram a eficiência de cruzamentos artificiais, bem como diversos outros procedimentos que aumentam a frequência da hibridação natural, destacando-se o uso da esterilidade masculina que tornou viável a aplicação da seleção recorrente nesta espécie. BRIM e STUBER (1973) apresentaram o esquema de seleção recorrente que usa esta esterilidade genética para se obter cruzamentos naturais.

KENWORTHY e BRIM (1979) observaram um incremento linear significativo na produção de semente de soja, correspondente a  $134 \pm 30$  kg/ha/ciclo, após três ciclos de seleção e SUMARNO e FEHR (1982) obtiveram um incremento de  $120 \pm 10$  kg/ha/ciclo.

PROHASCA e FEHR (1981) obtiveram um incremento linear significativo da resistência da soja à clorose causada pela deficiência de ferro, sendo que o ganho genético médio foi de 9% por ano. Quanto à qualidade de óleo, CARVER *et alii* (1986) praticaram oito ciclos de seleção visando aumentar o teor de ácido oléico e para, indiretamente, diminuir a percentagem de ácido linoléico. O ácido oléico aumentou de  $1,15 \pm 0,17$  até  $2,64 \pm 0,24\%$  e o ácido linoléico diminuiu de  $- 0,34 \pm 0,03\%$  até  $- 0,24 \pm 0,05\%$  por ciclo de seleção.

Estudando o desenvolvimento a curto prazo de uma cultivar de soja, mediante o emprego de diversas estratégias de melhoramento, PIPER e FEHR (1987) verificaram que o ganho obtido por meio do emprego de estratégias convencionais foi maior que aquele obtido utilizando estratégias alternativas de seleção recorrente. Os autores concluíram que o ganho obtido com os métodos convencionais não favorece o uso da seleção recorrente em populações estreitas ou fechadas para se desenvolver uma cultivar a curto prazo.

Em trigo, AVEY *et alii* (1982) mostraram que, genético conseguido no primeiro ciclo foi maior do que aquele dos ciclos posteriores sendo que os progressos

adicionais foram mais lentos. Em amendoim, GUOK *et alii* (1986) obtiveram progresso com dois ciclos de seleção visando melhorar a produção de amendoim, sendo que o incremento foi de  $210 \pm 70$  kg/ciclo.

BREGITZER *et alii* (1987), trabalhando com aveia, compararam as produções da população original e a população melhorada após três ciclos de seleção recorrente. O resultado foi que a produção incrementou-se após o terceiro ciclo em 13,5% (4,5% por ciclo). Em fumo, MATZINGER *et alii* (1972) estudaram os efeitos da seleção recorrente para aumento da concentração de alcalóides. Em apenas dois ciclos, duas variedades de baixo conteúdo de alcalóides apresentaram níveis semelhantes àqueles das variedades mais aceitáveis. O progresso observado foi de 30,1% nos dois ciclos.

### 2.3.2. Seleção recorrente interpopulacional

A seleção recorrente interpopulacional ou recíproca visa o melhoramento do híbrido ( $F_1$ ) entre duas populações. Uma descrição detalhada do método é dada por PATERNIANI (1980). De acordo com HALLAUER (1985) a seleção recorrente interpopulacional está restrita ao uso de progênies de meios irmãos e de irmãos germanos, sendo que



aquela baseada em progênies de meios irmãos é usada com maior frequência.

O uso da seleção interpopulacional é menor que o uso da intrapopulacional e vários pesquisadores, PATERNIANI e VENCOVSKY (1977, 1978), MARQUEZ-SANCHEZ (1982) e SOUZÁ JUNIOR (1987), têm proposto modificações para eliminar algumas das restrições ou limitações da seleção interpopulacional em milho. SOUZA JUNIOR (1983) apresentou um trabalho de avaliação do potencial genético de duas populações de milho, ESALQ PB1 e BR-105 para a seleção recorrente intra e interpopulacional e a eficiência relativa de alguns processos de seleção recorrente recíproca e intrapopulacional no melhoramento do híbrido entre as duas populações.

Os métodos de seleção recorrente interpopulacional têm sido pouco usados em outras espécies devido o fato que a produção de híbridos é o objetivo principal nesses programas, e que o modo de reprodução faz que seu uso seja difícil e, nesta forma, outros esquemas de seleção mais simples sejam mais efetivos. GILMORE (1964) propôs o método para espécies autógamas e TYSDAL (1956) para a cana-de-açúcar, como será visto mais adiante.

#### 2.4. Seleção recorrente aplicada em cana-de-açúcar

O método de seleção recorrente em cana-de-açúcar vem recebendo atenção crescente nos últimos anos como método que pode ser utilizado visando a vários objetivos. No entanto, na literatura, existe pouca informação a respeito deste método aplicado a cana-de-açúcar.

Talvez uma das causas do pouco emprego do método no melhoramento da cana-de-açúcar é a dificuldade de ocorrência de florescimento natural com produção de sementes, o que representa uma barreira para se conseguir maior progresso genético. Desta forma a maioria dos programas de melhoramento têm utilizado a propagação vegetativa como um método para facilitar a obtenção de novas variedades. Estes programas se baseiam no uso de cruzamentos biparentais ou de policruzamentos para fazer melhoramento. Estes dois tipos de cruzamentos são feitos entre clones altamente poliplóides, muitos deles aneuplóides. Tratando-se de uma espécie alógama e de propagação vegetativa os clones são altamente heterozigóticos e pouco tolerantes à autofecundação.

DANIELS (1965) afirmou ter sido evidente que os programas de melhoramento da cana-de-açúcar tinham

alcançado um estágio onde a magnitude do avanço genético era pequena e a variabilidade genética estava se esgotando rapidamente e propôs quatro maneiras para tentar resolver este problema. Vários outros autores, entre eles SKINNER (1966), SIMMONDS (1967), LOH (1970) e HEINZ (1971) têm sugerido outras modificações ou outros esquemas para aumentar a eficiência do melhoramento em cana-de-açúcar. O último autor HEINZ (1971), propõe: a) o uso de tecidos do calo e de cultura de células em suspensão para aumentar a variabilidade; b) o uso de isoenzimas para identificação clonal; c) o uso de novos testes para se avaliar a resistência à seca; d) avaliação da resistência às doenças usando toxinas e; e) uso do computador no melhoramento genético. O mesmo autor, HEINZ (1987) propõe o uso dos avanços da biotecnologia no melhoramento da cana-de-açúcar.

ARCENEUX (1967) e PRICE (1967) salientaram que as variedades comerciais modernas de cana-de-açúcar apresentam uma base genética muito estreita. Só um ou dois gametas têm sido amostrados de um reduzido número de clones de *S. spontaneum*, *S. robustum* e *S. sinense* e nenhum outro gênero, além de *Saccharum*, aparece em uma variedade comercial. Sabe-se que a seleção recorrente é um método que pode ser usado para ampliar a base genética das populações de plantas e seu uso, visando este objetivo, tem sido

proposto por PEIXOTO (1981) e PEIXOTO *et alii* (1984) para cana-de-açúcar.

PEIXOTO (1981) propôs um programa de seleção recorrente fenotípica mediante a seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos. A autora discute amplamente estes métodos, tradicionalmente empregados em milho, e que podem ser usados em cana-de-açúcar.

#### 2.4.1. Emprego da seleção recorrente em cana-de-açúcar

A seleção recorrente em cana-de-açúcar foi sugerida inicialmente por HULL (1945). O autor propôs o sistema levando em conta que muitos dos caracteres desejáveis nas plantas domesticadas são aparentemente poligênicos com uma alta proporção de locos heterozigóticos aproximadamente igual, no seu efeito, aos homozigóticos favoráveis. Quando acontece esta situação e a propagação comercial do genótipo selecionado é feita vegetativamente, o método da seleção recorrente, para capacidade específica de combinação, pode ser empregado, neste caso.

TYSDAL (1956) delineou um programa de seleção recorrente recíproca em cana-de-açúcar e enfatizou a importância de se trabalhar com boas populações iniciais.

Em consequência, a seleção da fonte de material deve ser feita com grande cuidado e muita pesquisa. Além do mais, o autor destacou que o método é útil na seleção para caracteres com uma herdabilidade relativamente elevada, sendo que a variabilidade genética é mantida a níveis consideravelmente altos o que é vantajoso para a seleção. Desta forma o método apresenta uma série de vantagens, que poderiam ser úteis no melhoramento da cana-de-açúcar. O método é um procedimento que pode ser desenvolvido durante vários anos e que permite ao mesmo tempo a produção de híbridos comerciais em qualquer estágio do programa.

ANZALONE (1972) destacou que a seleção recorrente é usada para o melhoramento de variedades na Estação Experimental de Louisiana, U.S.A. As variedades comerciais L60-25 e L62-96 foram desenvolvidas por meio da seleção recorrente e elas produzem mais açúcar por unidade de superfície e alcançam maturação mais precoce do que as variedades padrões. O autor descreveu também os métodos de seleção para resistência ao mosaico e para teor de sacarose e precocidade.

Em relação ao teor de sacarose os resultados, depois de cinco anos de seleção, mostraram ter havido um aumento em comparação com anos anteriores, no número de clones com alto teor de sacarose e no número de

clones que se localizam no extremo superior da curva normal, 31 a 37% melhor que a variedade padrão.

BREAUX (1984) apresentou os resultados do emprego da seleção recorrente para elevar o conteúdo de açúcar recuperável a níveis semelhantes àqueles dos países tropicais.

Na década de 1940-1950 o açúcar recuperável chegou a 8% (80 kg por tonelada de cana) e para os últimos cinco anos a média foi de 10,3%, o que permitiu à indústria açucareira de Louisiana superar a barreira de 10% e alcançar uma produção de açúcar recuperável equivalente àquela das áreas tropicais. O mesmo autor (BREAUX, 1987) discutiu os fatores que têm contribuído ao sucesso da seleção recorrente para aumentar o teor de sacarose em Louisiana. Estes fatores são: a) há maior variabilidade para conteúdo de sacarose entre as diferentes variedades durante a fase crescente da curva de maturação e as variedades comerciais não se aproximam do limite fisiológico para o Brix durante a curta estação de crescimento; b) o Brix e o conteúdo de sacarose apresentam alta herdabilidade no sentido restrito e moderadamente alto no sentido amplo; c) não tem-se apresentado uma associação estreita negativa entre conteúdo de sacarose e produção de cana; d) o programa de seleção recorrente recebeu a maior

dedicação (acima de 70% do total de esforços) durante duas décadas e; e) não se permitiu que as doenças desviassem o objetivo principal do programa de seleção recorrente que era a produção de variedades com altos conteúdos de sacarose.

SCHNELL e NAGAI (1985) apresentaram recentemente o esquema geral de um programa de seleção recorrente recíproca para produzir duas populações, uma de *S. officinarum* e outra de *S. spontaneum* e melhorá-las procurando maior produção de açúcar e biomassa ao mesmo tempo. O projeto que está nas fases iniciais permitirá determinar se a seleção recorrente interpopulacional é vantajosa no melhoramento de duas populações para a obtenção de híbridos comerciais.

#### 2.4.2. Estimativas dos componentes da variância em cana-de-açúcar

De acordo com PEIXOTO (1986) os melhoristas de cana-de-açúcar têm feito resistência para aplicar as técnicas de genética quantitativa baseados nos seguintes fatos: a) a natureza interespecífica dos híbridos atuais; b) ampla variação dos números cromossômicos; c) alguns clones são altamente autoestéreis; d) outros são incompatíveis e raramente produzem sementes quando cruzados

e; e) algumas outras variedades são macho-estéreis ou produzem pouco pólen viável. Porém, existem vários trabalhos que apresentam estimativas dos componentes de variância em cana-de-açúcar.

BROWN *et alii* (1968) encontraram que as diferenças na capacidade geral de combinação entre os genitores são responsáveis pela variação observada entre as médias dos diferentes grupos de progênie para os caracteres observados. Estes resultados concordam com os obtidos por HOGARTH (1971) sendo que este autor destaca as dificuldades de se obter estimativas precisas dos componentes da variância em cana-de-açúcar.

MILLER (1977), ao invés dos autores citados anteriormente, encontrou que a capacidade geral de combinação não foi significativa para todos os caracteres estudados, enquanto que a capacidade específica de combinação foi significativa para todos os caracteres.

HOGARTH *et alii* (1981), trabalhando com progênie de 50 genitores, estimaram a variância genética usando sete experimentos em delineamento fatorial. Os resultados indicaram uma contribuição importante da capacidade geral de combinação. Encontrou-se também que a variância genética não aditiva foi significativa para todos



os caracteres exceto Brix e número de colmos, o que indica que a capacidade específica é tão importante quanto a capacidade geral.

#### 2.4.3. Estimativa de herdabilidade

Em cana-de-açúcar têm sido conduzidas várias pesquisas visando estimar a herdabilidade de alguns caracteres. CESNIK (1972) determinou os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo de oito caracteres. Para peso de colmo o autor encontrou um valor de 0,734 que é maior que os encontrados por MARIOTTI (1971) de 0,52 e KHAIRWAL e BABU (1976) de 0,652. Outros valores encontrados na literatura para o mesmo caráter foram: 0,74 por MARIOTTI (1973); 0,022 por SINGH *et alii* (1981) e 0,93 por KANG *et alii* (1983).

Para o número de perfilhos têm-se encontrados os seguintes valores: CESNIK (1972) de 0,15; MARIOTTI (1971) de 0,47; KHAIRWAL e BABU (1976) de 0,725; ZACCARIAS (1977) de 0,73; MARIOTTI (1973) de 0,91; SINGH *et alii* (1981) de 0,347 e KANG *et alii* (1983) de 0,82.

Para o Brix de campo, os valores de herdabilidade no sentido amplo foram: CESNIK (1972) de 0,522; KHAIRWAL e BABU (1976) de 0,658; SINGH *et alii*

(1981) de 0,62 e KANG et alii (1983) de 0,88. Para pó1(%)  
cana, ZACARIAS (1977) encontrou 0,79 e para pureza KANG et  
alii (1983) acharam o valor de 0,90.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

No presente trabalho utilizaram-se três populações de cana-de-açúcar geradas da seguinte maneira:

##### a. População P<sub>1</sub>

Vinte progenitores do banco de germoplasma da Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo Ltda., COPERSUCAR, foram selecionados pelo seu alto teor de sacarose e bom desempenho agrônômico. Estes progenitores foram intercruzados na Estação Experimental Copersucar em Camamu, BA, em um policruzamento em 1981. Esta Estação Experimental se situa a 13°55' de latitude sul e 39°08' de longitude oeste, a uma altitude de 125 metros. A precipitação média anual é de 2.200 mm bem distribuídos com temperaturas médias de 20 a 30°C. Nestas condições alcança-se um florescimento de 90% dos materiais plantados na Estação. As sementes obtidas formaram a

população  $F_1$ , que também se denominará de população 1 neste trabalho. Os progenitores utilizados para a formação desta população e sua genealogia encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Progenitores utilizados para a formação da população F<sub>4</sub> e sua genealogia

Progenitores	Genealogia		
CB47-89	POJ2947	x	?
Co62175	Co951	x	Co419
F147	H32-8560	x	PT4352
IAC52-150	Co419	x	Co285
NA56-79	Co419	x	Self
POJ2878	POJ2364	x	EK28
SP70-455	IAC48-65	x	?
SP73-3251	Co997	x	?
SP70-1143	IAC48-65	x	?
SP70-1284	CB41-76	x	?
SP70-3471	CP52-68	x	?
SP70-4920	IAC48-65	x	?
SP71-799	NA56-79	x	?
SP71-1081	IAC48-65	x	?
SP71-4164	NA56-79	x	?
SP71-5368	H32-8560	x	?
SP71-6113	Co775	x	?
SP71-6180	NA56-79	x	?
SP72-1519	IAC50-34	x	?
SP72-1861	Co419	x	?

## b. População $F_{2S}$

Colhidas as sementes  $F_1$  (geração) estas foram submetidas a um teste de germinação que determinou um número de 350 sementes por genitor. Estas sementes foram homogeneizadas para posterior obtenção das 7.000 plantas que formaram a população  $F_1$ . Os seedlings produzidos foram plantados em Camamu em um lote isolado, promovendo-se o máximo de intercruzamentos e a formação da semente  $F_2$  (geração 2). Este passo foi executado com o objetivo de ampliar a base genética do material inicial para posteriormente se entrar com um processo de seleção. As plântulas  $F_2$ , em número de 50.000, foram alocadas na Estação Experimental Copersucar em Assis, SP. Esta população sofreu seleção para sacarose e para vigor.

Da seleção resultaram 2.120 plantas com alto teor de sacarose e 600 com alto teor de sacarose e elevado vigor. Estes 2.720 clones foram levados para Camamu e plantados em um lote isolado de intercruzamento dando origem à população  $F_{2S}$  ( $F_2$  sacarose), que também se chamará de população 2 neste trabalho.

#### c. População $F_3SV$

Simultaneamente, os 600 clones superiores, mencionados no item b, forneceram colmos com inflorescências para um outro policruzamento de menor tamanho que deu origem à população  $F_3SV$  ( $F_3$  sacarose e vigor), que se chamará também de população 3 neste trabalho.

O esquema geral de obtenção das populações apresenta-se na Figura 2 do apêndice.

#### d. Testemunhas

Utilizaram-se duas variedades comerciais NA56-79 e SP70-1143, denominadas de  $T_1$  e  $T_2$ , respectivamente; como controle ambiental. A variedade SP70-1143 mostrou-se muito variável para os diferentes caracteres estudados e por isso foi eliminada para os cálculos correspondentes às análises de variância.

Um resumo dos tratamentos utilizados apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Tratamentos utilizados no presente trabalho

Tratamentos	Descrição
F <sub>1</sub>	População original ou heterogênea
F <sub>2</sub> S	F <sub>2</sub> , selecionada para sacarose
F <sub>2</sub> SV	F <sub>2</sub> , selecionada para sacarose e vigor
T1: NA56-79	Variedade comercial obtida na Argentina
T2: SP70-1143	Variedade comercial obtida pela Copersucar

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Local do experimento

O experimento localizou-se no talhão nº 9 do Centro de Tecnologia Copersucar em Piracicaba, SP. O tipo de solo é podzólico vermelho de textura argilosa. O clima, segundo o método de Koeppen, é classificado como subtropical com inverno seco (Cwa), com temperatura do mês mais quente superior a 22°C e concentração de chuvas na primavera e no verão.



### 3.2.2. Execução experimental

As populações  $F_1$ ,  $F_{3S}$  e  $F_{3SV}$ , foram testadas em três experimentos em blocos ao acaso, adjacentes. Cada experimento continha 20 parcelas ou estratos, subdivididos em cinco subestratos. Nestes foram plantadas as três populações e duas testemunhas. Cada subestrato foi constituído de cinco linhas de 6 m de comprimento e espaçados 1,5 m entre si. Em cada linha plantaram-se 20 plantas perfazendo um total de 100 por subestrato. A Figura 3 no apêndice mostra o esquema geral do experimento com a localização e distribuição dos estratos e subestratos.

O plantio foi feito entre 3 e 5 de janeiro de 1986 e a primeira colheita foi feita entre 8 e 11 de dezembro de 1986. Nesta primeira colheita avaliaram-se os seguintes caracteres: açúcar teórico recuperável (ATR); fibra, Brix (laboratório), pol (%) cana e pureza.

A amostragem no campo foi feita tomando-se ao acaso quatro colmos de cada uma de quatro touceiras, também tomadas ao acaso, do sulco central dos subestratos pertencentes às populações.

Para avaliar a heterogeneidade do terfeno, amostrou-se uma touceira (quatro colmos) do sulco central dos substratos correspondentes às testemunhas.

Estimaram-se para as populações e para a testemunha NA56-79 a média e a variância fenotípica dentro dos substratos e as amplitudes das médias e das variâncias para cada carácter.

A segunda colheita foi feita entre 26 de novembro e 4 de dezembro de 1987. As touceiras de todos os substratos correspondentes às populações foram pesadas, contando-se o número de perfilhos por touceira e fazendo-se a leitura do grau Brix com refratômetro de mão. Além disso, do sulco central destes substratos, tomam-se quatro colmos de cada uma de quatro touceiras tomadas ao acaso para serem analisadas no laboratório de análise tecnológica. Os caracteres avaliados foram: ATR, fibra, Brix (campo e laboratório), pol (%) cana, pureza, número de perfilhos e peso da touceira.

### 3.2.3. Descrição da metodologia empregada no laboratório de análise tecnológica

Os dados de açúcar teórico recuperável (ATR) foram obtidos em cada parcela. Para a determinação deste

fator foi seguida uma marcha sequencial, padronizada para os laboratórios de análise de cana-de-açúcar.

Cada amostra de colmos foi desintegrada individual em um aparelho, marca Codistil, modelo forrageiro, sendo retirada uma sub-amostra de 500 g que foi prensada por um minuto a  $250 \text{ kg/cm}^2$ , em prensa automática marca Codistil. O caldo obtido foi utilizado nas seguintes determinações:

- 1) Brix refratométrico, utilizando-se refratômetro modelo ABBE-AO.
- 2) Polarização (pol) do caldo, pelo método do sacarímetro automático com fluxo contínuo, marca SACCHAROMAT III, com tubo polarimétrico e prismas de aferição.
- 3) Fibra, pelo método químico, no qual o resíduo úmido do bagaço da prensa foi pesado e desidratado à temperatura de  $100^\circ\text{C}$  a  $105^\circ\text{C}$  em estufa, com circulação forçada de ar por seis horas.

Os dados de pol(%) cana, Brix do laboratório e fibra, valores utilizados para o cálculo do ATR, foram determinados de acordo com Sturion e Fernandes (1979), citados por PEIXOTO (1986).

Os cálculos para determinação do ATR, em quilogramas de açúcar por tonelada de cana, foram realizados segundo a fórmula de Sturion e Fernandes (1975), citados por PEIXOTO (1986).

$$\text{ATR} = (10.S - 0,76 . F - 6,9) . (5/3 - 200/3P)$$

onde:

S: pol (%) cana

F: Fibra (%) cana

P: Pureza do caldo

#### 3.2.4. Análise da variância

A análise da variância para os caracteres mencionados foi feita da maneira usual segundo esquema de grupos de experimentos em blocos casualizados. Como a coleta de dados nas testemunhas e populações não foi realizada da mesma maneira, as observações nestes dois tipos de tratamentos foram submetidas a análises estatísticas, separadamente.

### 3.2.4.1. Análise dos dados das testemunhas por repetição

O objetivo principal dessas análises foi de avaliar a homogeneidade ou uniformidade do terreno dentro de cada repetição e no seu conjunto o que se consegue pelos testes  $F$ ,  $Q_1/Q_3$  e  $Q_4/Q_6$ , respectivamente, e cujo esquema geral apresenta-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Modelo da análise da variância para as testemunhas por repetição

FV	G.L.	QM	
Estratos (S)	(S-1)	$Q_1$	$Q_1/Q_3$
Testemunhas (T)	(T-1)	$Q_2$	
SxT (ET)	(S-1)(T-1)	$Q_3$	

Tabela 4 - Modelo da análise da variância para as testemunhas agrupando-se as repetições

FV	G.L.	QM	F
Repetições (R)	(R-1)	Q1'	
Testemunhas (T)	(T-1)	Q2'	
RxT (Ea)	(R-1)(T-1)	Q3'	
Estratos/R	R(S-1)	Q4'	Q4'/Q5'
Resíduo/R (Eb)	R(S-1)(T-1)	Q5'	

A última análise (Tabela 4) corresponde à que se adequa a grupos de experimentos em blocos casualizados. De fato cada repetição, no caso, constituiu um experimento em blocos casualizados e que foi repetido três vezes.

Nos casos em que se tomou mais de um dado por substrato as análises mencionadas foram realizadas com as médias do caráter, calculadas para cada substrato. Separadamente obteve-se o quadrado médio global dentro de substratos, sobre as três repetições.

## 3.2.4.2. Análise dos dados das populações

No caso das três populações sempre se tomou mais de um dado por substrato. As análises da variância foram também efetuadas com as médias de substratos, seguindo-se um esquema semelhante ao das testemunhas e que se apresenta nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Modelo da análise da variância para as populações por repetição

FV	G.L.	QM	F
Estratos (S)	(S-1)	QM <sub>1</sub>	
Populações (P)	(P-1)	QM <sub>2</sub>	QM <sub>2</sub> /QM <sub>3</sub>
SxP (Eb)	(S-1)(P-1)	QM <sub>3</sub>	

Tabela 6 - Modelo da análise da variância para as populações agrupando-se as repetições

FV	G.L.	QM	F
Repetições (R)	(R-1)	$QM_1'$	
Populações (P)	(P-1)	$QM_2'$	$QM_2'/QM_3'$ ou $QM_2'/QM_5'$
RxP (Ea)	(R-1)(P-1)	$QM_3'$	$QM_3'/QM_5'$
Estratos/R	R(S-1)	$QM_4'$	
Resíduo/R (Eb)	R(S-1)(P-1)	$QM_5'$	

Nestas análises houve interesse maior no teste do quadrado médio entre populações. Este foi obtido pelo quociente  $F = QM_2'/QM_3'$ , por repetição. Na análise conjunta optou-se pelo teste  $F = QM_2'/QM_5'$ , para populações sempre que  $QM_2'/QM_5'$  foi não significativo. Isto porque o número de graus de liberdade de  $QM_3'$ , ou seja  $(r-1)(p-1) = 4$ , foi baixo.

Para se estimar a variância fenotípica de cada caráter, dentro de substratos, obteve-se o quadrado médio correspondente, sobre todos os rs substratos do ensaio, separadamente para cada repetição.



### 3.2.5. Análise estatístico-genética

Esta análise visou estimar os componentes da variância fenotípica e os coeficientes de herdabilidade para cada caráter nas três populações. As testemunhas, no caso, foram utilizadas para estimação das variâncias de natureza ambiental. Para este fim, os quadrados médios obtidos nas análises mostradas na Tabela 7 foram multiplicados por D, dados por subestrato, ou D, média harmônica desses dados quando D foi variável. O modelo matemático que rege tal análise conjunta é:

$$Y_{ijk1} = m + r_i + t_j + a_{ij} + e_{jk(i)} + e_{k(i)} + d_{i(jk)}$$

Onde:

$Y_{ijk1}$  : Observação feita na touceira 1, do tratamento j na repetição i no estrato k

m : média geral

$r_i$  : efeito da repetição i

$t_j$  : efeito do tratamento j (testemunha ou população)

$a_{ij}$  : efeito do erro associado ao tratamento j na repetição i

$e_{jk(i)}$  : efeito do erro associado ao subestrato jk dentro da repetição i

$e_{k(i)}$  : efeito do estrato k dentro da repetição i

$d_{ijkl}$ : efeito associado à touceira  $l$  dentro do subestrato  $jk$  na repetição  $i$

As variâncias associadas a estes efeitos são:  $\sigma^2_r$ , variância de repetições,  $\sigma^2_a$ , variância do erro  $a$ ;  $\sigma^2_{sp}$ , variância de estratos/repetições;  $\sigma^2_e$ , variância do erro  $b$  e  $\sigma^2_{dp}$ , variância dentro de populações. Como tratamentos é um efeito fixo,  $V_p$  é uma medida da diversidade genética entre tratamentos.

Dos efeitos, além da média, apenas o de tratamentos foi tomado como fixo e os demais aleatórios.

Tabela 7 - Quadro da análise da variância dos dados das populações com as respectivas esperanças dos quadrados médios para cada fonte de variação

FV	G.L.	E(QM)
Repetições (R)	(R-1)	$\sigma^2_{dp} + D\sigma^2_e + SD\sigma^2_a + PD\sigma^2_s + PSD\sigma^2_r$
Populações (P)	(P-1)	$\sigma^2_{dp} + D\sigma^2_e + SD\sigma^2_a + RSD\sigma^2_p$
RxP (Ea)	(R-1)(P-1)	$\sigma^2_{dp} + D\sigma^2_e + SD\sigma^2_a$
Estratos/R	R(S-1)	$\sigma^2_{dp} + D\sigma^2_e + PD\sigma^2_{sp}$
Erro (b)	R(S-1)(P-1)	$\sigma^2_{dp} + D\sigma^2_e$
Dentro	RSP(D-1)	$\sigma^2_{dp}$
Total	RSPD-1	
Dentro de F <sub>1</sub>	RS(D-1)	$\sigma^2_{dp_1}$
Dentro de F <sub>2S</sub>	RS(D-1)	$\sigma^2_{dp_2}$
Dentro de F <sub>2SV</sub>	RS(D-1)	$\sigma^2_{dp_3}$

D: dados por substrato; ou média harmônica, D, desses dados quando D foi variável.

As unidades utilizadas para os diferentes caracteres foram: quilogramas de açúcar por tonelada de cana (kg de açúcar/t de cana) para ATR; quilogramas (kg) para peso da touceira; graus Brix para o Brix e percentagem (%) para fibra, pol (%) cana e pureza.

Como já foi mencionado, das duas testemunhas a NA56-79 (T<sub>1</sub>) mostrou-se menos variável do que a SP70-1143, sendo que esta última manteve a sua tendência de apresentar uma variabilidade muito alta que já havia sido observada e estimada na primeira colheita. Por esta razão, para a estimativa de variância ambiental tomaram-se apenas os dados correspondentes à NA56-79.

A estimativa da variância genotípica (por repetição) obteve-se da seguinte maneira:

$\hat{\sigma}_{gpj}^2$  - variância genotípica (por repetição) para a população j (j = 1,2,3)

$$\hat{\sigma}_{gpj}^2 = (\hat{\sigma}_{dpj}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{spj}^2) - (\hat{\sigma}_{dt}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{st}^2)$$

Onde:

$(\hat{\sigma}_{dpj}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{spj}^2)$  = variância fenotípica/repetição para a população j.

$(\hat{\sigma}^2_{dt} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{st})$  = variância ambiental/repetição com base na testemunha 1, NA56-79.

A herdabilidade no sentido amplo estimou-se a partir da seguinte expressão:

$$h^2_{rep; pop. j} = \frac{\hat{\sigma}^2_{gpj}}{\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}}$$

Esta estimativa da herdabilidade é adequada para se avaliar o grau de confiabilidade que se espera de uma seleção praticada entre touceiras dentro de cada repetição com posterior reprodução vegetativa dos genótipos selecionados.

A quantidade  $(\hat{\sigma}^2_{dt} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{st})$  corresponde à variância fenotípica de cada caráter, dentro de repetições, na testemunha NA56-79. Tratando-se de um clone esta quantidade é de natureza ambiental.

Para os caracteres com mais de um dado por substrato, obteve-se a média do caráter em cada uma destas unidades experimentais. A variância entre estas médias, dentro de repetições estima  $(1/D)\sigma^2_{dpj} + \sigma^2_e + \sigma^2_{spj}$  para as populações e  $(1/D)\sigma^2_{d_e} + \sigma^2_e + \sigma^2_{s_e}$  para

a testemunha. O cálculo separado de  $\hat{\sigma}^2_{dpj}$  e  $\hat{\sigma}^2_{dt}$  possibilitou estimar  $(\hat{\sigma}^2_{dp} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{sp})$  e  $(\hat{\sigma}^2_{dt} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{st})$ . A componente  $\hat{\sigma}^2_e$  foi estimada dos quadrados médios do erro (b) e dentro da Tabela 7.

Para os caracteres em que se dispunha de mais de um dado por substrato nas testemunhas foi possível estimar também o coeficiente de herdabilidade adequado a uma seleção dentro de substratos, ou seja, em um grau mais elevado de estratificação. Tais coeficientes foram obtidos como segue para cada população.

$$\hat{\sigma}^2_{gdj} = \hat{\sigma}^2_{dpj} - \hat{\sigma}^2_{dt}$$

$$h^2_{sub_{dj}} = \frac{\hat{\sigma}^2_{gdj}}{\hat{\sigma}^2_{d_{dj}}}$$

Neste caso,  $\hat{\sigma}^2_{dpj}$  corresponde a  $\hat{\sigma}^2_{dp_1}$ ,  $\hat{\sigma}^2_{dp_2}$  ou  $\hat{\sigma}^2_{dp_3}$  (Tabela 7) conforme se trate das populações  $F_1$ ,  $F_2S$  e  $F_2SV$ . A variância  $\hat{\sigma}^2_{dt}$ , corresponde à variância fenotípica de cada caráter, dentro de substratos, na testemunha NA56-79 e é de natureza ambiental.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Condições gerais do experimento

#### 4.1.1. Condições ambientais

A Figura 1 mostra a distribuição da precipitação pluvial durante o desenvolvimento do experimento. Houve suplementação hídrica nos períodos secos por meio de irrigação artificial.

Os dados da precipitação pluvial, obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Tecnologia Copersucar, mostram que, embora as precipitações para os anos 1986 e 1987 tivessem sido muito semelhantes, 1346,8 mm em 1986 e 1398,2 mm em 1987, a distribuição das chuvas foi diferente para cada ano e, neste aspecto, essa distribuição nos últimos três meses antes da colheita (setembro, outubro e novembro) favoreceu uma maturação mais uniforme dos materiais em 1986 e como consequência disso, uma melhor

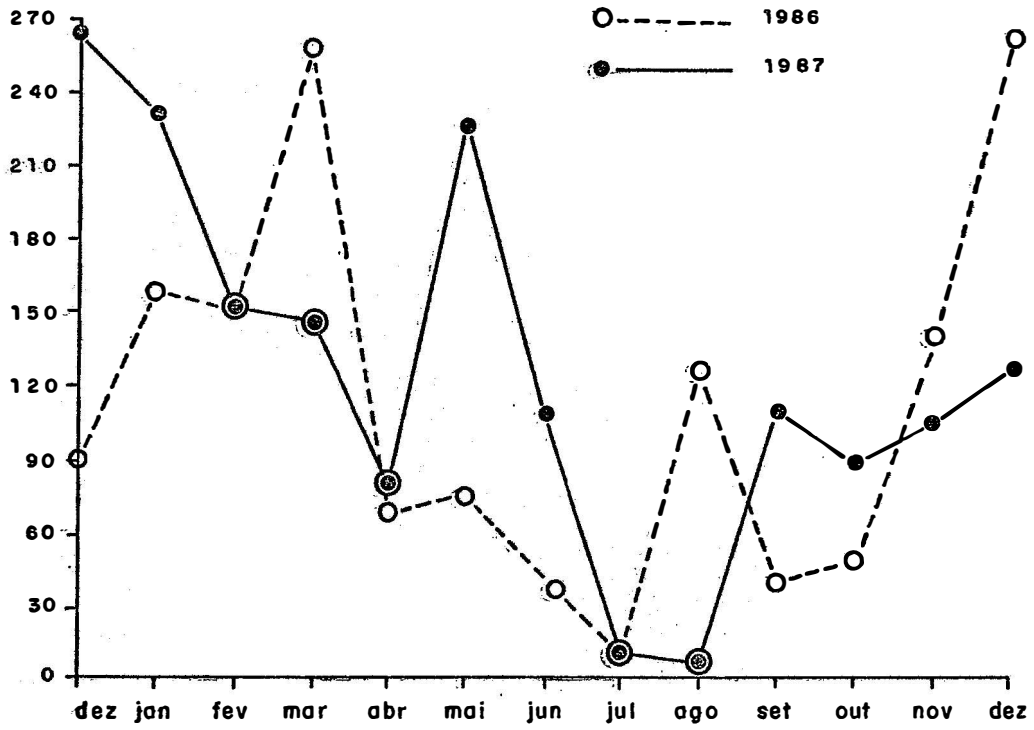


Figura 1 - Determinação da precipitação pluvial durante o desenvolvimento do experimento (precipitação pluvial em mm).



expressão dos caracteres nas populações. Isto não aconteceu em 1987 quando em setembro a precipitação foi 2,7 vezes maior e, em outubro, 1,7 vezes maior do que nos mesmos meses de 1986, ou seja, que em 1987 as plantas estavam, fisiologicamente, em período de crescimento. Esse fato pode ter afetado os resultados obtidos de caracteres mais influenciados pelo ambiente.

#### 4.1.2. Avaliação do stand

O stand avaliou-se tomando-se como base a percentagem de touceiras sobreviventes para as três populações e as testemunhas conforme se vê na Tabela 8.

O valor médio de plantas sobreviventes para cada população considerou-se normal para este tipo de experimento. Para SKINNER (1972) a progênie deve ter 75 plantas para se obter resultados conclusivos, enquanto que para WU *et al.* (1978) 20 plantas servem para se estimar bem a média de um caráter e 40 plantas são suficientes para se estimar a variância. MARIDTTI (1981) concluiu que 20 plantas são suficientes para se avaliar uma progênie e para PEIXOTO e RICCI JÚNIOR (1984), de 50 a 150 plantas são suficientes para se avaliar diferentes caracteres. Neste experimento, a diferença de plantas sobreviventes de 3,5% entre  $F_4$  e  $F_3S$  e de 1,5% entre  $F_4$  e  $F_3SV$ , sempre a favor da

Tabela 8 - Condições do stand do experimento. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Populações	Touceiras			Porcentagem de touceiras	
	Sobreviventes	Mortas	Total	Sobreviventes	Mortas
F <sub>1</sub>	4.294	1.706	6.000	71,6%	28,4%
F <sub>3</sub> S	4.090	1.910	6.000	68,1%	31,9%
F <sub>3</sub> SV	4.202	1.799	6.000	70,1%	29,9%
<u>Testemunhas</u>					
T <sub>1</sub> (NA56-79)	444	156	600	74,0%	26,0%
T <sub>2</sub> (SP70-1143)	460	140	600	76,7%	23,3%

F<sub>1</sub>, não representa um fator que possa ter afetado os resultados do experimento.

O stand correspondente às testemunhas também é normal e o maior número de plantas sobreviventes nas testemunhas é explicável pelo fato de elas procederem de toletes, ao contrário das populações que foram plantadas usando-se plântulas originadas de semente sexuada.

#### 4.1.3. Homogeneidade do terreno

A homogeneidade do terreno foi avaliada por meio do comportamento das testemunhas, as quais foram plantadas para fornecerem uma estimativa do controle ambiental. Nas Tabelas 9 e 10 apresentam-se os valores e significâncias dos respectivos quadrados médios nas testemunhas, para os três caracteres com mais de um dado por substrato (Tabela 9), dado por substrato (Tabela 10). Em cada repetição amostraram-se 10 estratos.

Para a fonte de variação entre estratos apenas houve significância ao nível de 5% de probabilidade na primeira repetição dos caracteres ATR e pol (%) cana e a 10% de probabilidade na primeira repetição do caráter Brix de campo. Não houve sig. .... nas demais repetições nos diferentes caracteres.

F<sub>1</sub>, não representa um fator que possa ter afetado os resultados do experimento.

O stand correspondente às testemunhas também é normal e o maior número de plantas sobreviventes nas testemunhas é explicável pelo fato de elas procederem de toletes, ao contrário das populações que foram plantadas usando-se plântulas originadas de semente sexuada.

#### 4.1.3. Homogeneidade do terreno

A homogeneidade do terreno foi avaliada por meio do comportamento das testemunhas, as quais foram plantadas para fornecerem uma estimativa do controle ambiental. Nas Tabelas 9 e 10 apresentam-se os valores e significâncias dos respectivos quadrados médios nas testemunhas, para os três caracteres com mais de um dado por substrato (Tabela 9), e um dado por substrato (Tabela 10). Em cada repetição amostraram-se 10 estratos.

Para a fonte de variação entre estratos apenas houve significância ao nível de 5% de probabilidade na primeira repetição dos caracteres ATR e pol (%) cana e a 10% de probabilidade na primeira repetição do caráter Brix de campo. Não houve significância para as demais repetições nos diferentes caracteres.

Tabela 9 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância para as testemunhas por repetição e agrupando-se as três repetições visando avaliar a homogeneidade do terreno, para os três caracteres com mais de um dado por substrato. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Peso da touceira			Número de perfilhos			Brix de campo					
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.		
		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>
Estratos (S)	9	0,87 n.s.	0,89 n.s.	0,65 n.s.	9	1,17 n.s.	3,95 n.s.	0,88 n.s.	9	1,01 n.s.	0,32 n.s.	0,91(*)
Testemunhas (T)	1	10,92**	32,80**	8,70**	1	11,30**	29,16**	70,20**	1	2,30 n.s.	3,03*	4,02**
SxT (Eb)	9	0,66	1,96	0,43	9	0,56	2,12	0,41	9	1,27	0,32	0,30
		agrupando-se as três repetições				agrupando-se as três repetições				agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.		
Repetições (R)	2	1,68			2	31,33			2	1,60		
Testemunhas (T)	1	699,57**			1	626,70**			1	134,90**		
RxT (Ea)	2	33,40 n.s.			2	29,45 n.s.			2	0,87 n.s.		
Estratos/R	27	11,80 n.s.			27	28,87*			27	24,19 n.s.		
Resíduo/R (Eb)	27	14,59			27	14,92			27	15,09		
		CV(b) = 6,91%				CV(b) = 4,32%				CV(b) = 1,25%		

(\*) : significativo ao nível de 10% de probabilidade

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

n.s. : não significativo

R<sub>x</sub>, R<sub>xx</sub>, R<sub>xxx</sub>: primeira, segunda e terceira repetição

Tabela 16 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância para as testemunhas por repetição e agrupando-se as três repetições visando avaliar a homogeneidade do terreno para os cinco caracteres com um dado por substrato. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

	Pol (%) cana						Pureza			Brix, laboratório		
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.		
		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>		R <sub>x</sub>	R <sub>xx</sub>	R <sub>xxx</sub>
Estratos (S)	9	194,22*	128,46 n.s.	86,97 n.s.	9	0,33 n.s.	0,84 n.s.	0,86(*)	9	0,98 n.s.	1,15 n.s.	0,64 n.s.
Testemunhas (T)	1	401,32**	668,05*	219,47 n.s.	1	1,77*	0,07 n.s.	0,91 n.s.	1	8,71**	0,84*	2,11(*)
SxT (Eb)	9	37,07	90,40	166,65	9	0,32	1,14	0,34	9	0,51	1,01	0,48
	agrupando-se as três repetições			agrupando-se as três repetições			agrupando-se as três repetições					
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.		
Repetições (R)	2	110,25			2	2,24			2	0,37		
Testemunhas (T)	1	1.227,90**			1	1,35 n.s.			1	18,15**		
RxT (Ea)	2	30,46 n.s.			2	0,70 n.s.			2	0,76 n.s.		
Extratos/R	27	136,55 n.s.			27	0,68 n.s.			27	0,92 n.s.		
Resíduo/R (Eb)	27	98,04			27	0,60			27	0,66		
	CV(b) = 9,10%			CV(b) = 6,22%			CV(b) = 4,23%					

Tabela 10 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância para as testemunhas por repetição e agrupando-se as três repetições visando avaliar a homogeneidade do terreno, para os cinco caracteres com um dado por substrato. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987 (continuação)

	Pol (%) cana				Pureza				
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			
		R <sub>I</sub>	R <sub>II</sub>	R <sub>III</sub>		R <sub>I</sub>	R <sub>II</sub>	R <sub>III</sub>	
Estratos (S)	9	1,36*	1,11 n.s.	0,40 n.s.	9	11,92 <sup>(*)</sup>	6,10 n.s.	13,47 n.s.	
Testemunhas (T)	1	4,48**	6,76*	0,95 n.s.	1	4,45 n.s.	6,03 n.s.	8,81 n.s.	
SxT (Eb)	9	0,26	0,72	1,22	9	4,36	4,77	18,16	
	agrupando-se as três repetições				agrupando-se as três repetições				
	G.L.	Q.M.			G.L.	Q.M.			
Repetições (R)	2	0,50			2	3,06			
Testemunhas (T)	1	10,81**			1	18,93 n.s.			
RxT (Ea)	2	0,69 n.s.			2	0,19 n.s.			
Estratos/R	27	0,96 n.s.			27	10,87 n.s.			
Resíduo/R (Eb)	27	0,73			27	9,09			
		CV(b) = 6,15%				CV(b) = 3,50%			

(<sup>\*</sup>) : significativo ao nível de 10% de probabilidade

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

n.s. : não significativo

R<sub>I</sub>, R<sub>II</sub>, R<sub>III</sub>: primeira, segunda e terceira repetição

Com respeito à análise agrupada, houve significância ao nível de 5% de probabilidade para a fonte de variação estratos/repetições, no caráter número de perfilhos. Nas outras análises não houve significância, para esta fonte de variação, nos diferentes caracteres.

Estes resultados indicam que o terreno é razoavelmente homogêneo e que as condições ambientais, referentes ao solo, nas quais se desenvolveu o experimento forneceram estimativas confiáveis dos parâmetros genéticos. Indicam, também, ser esta área muito apropriada para a seleção.

#### 4.1.4. Coeficientes de variação

Os coeficientes de variação que se apresentam nas Tabelas 9 e 10 exibem valores baixos, de acordo com vários autores. Estes coeficientes variaram entre 1,25% para Brix de campo e 9,10% para ATR. Estes valores demonstraram uma boa precisão experimental, inclusive daqueles caracteres medidos diretamente no campo e que pela sua natureza estão sujeitos a um erro maior. O fato de que estes caracteres, medidos no campo, apresentem coeficientes baixos deve-se também ao grande número de observações feitas por subestrato com médias harmônicas de



14,60; 14,44 e 14,60 colmos para peso da touceira, número de perfilhos e Brix de campo, respectivamente. Por outro lado, era de se esperar que os caracteres medidos no laboratório apresentassem coeficientes de variação baixos, o que realmente ocorreu.

#### 4.2. Resultados das populações

##### 4.2.1. Homogeneidade dos estratos

Os valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises de variância para testar a significância dos efeitos de estratos encontram-se nas Tabelas 11 a 18.

Analisando-se por repetição, os quadrados médios de estratos foram significativos ao nível de 1% de probabilidade na primeira repetição para os caracteres peso da touceira (Tabela 16) e Brix de campo (Tabela 18); ao nível de 5% de probabilidade, na terceira repetição, para os caracteres peso da touceira (Tabela 16) e Brix de campo (Tabela 18) e, na segunda repetição, para os caracteres ATR (Tabela 11), Brix do laboratório (Tabela 13), pol. (%) cana (Tabela 14) e peso da touceira (Tabela 16); e ao nível de 10% de probabilidade, na primeira repetição, do caráter pureza e na segunda repetição, do caráter número de

Tabela 11 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter ATR (kg de açúcar/t de cana). Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1967

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	72,00 n.s.	19	166,95*	19	62,60 n.s.	Repetições (R)	2	144,58
Populações (P)	2	39,59 n.s.	2	28,70 n.s.	2	11,90 n.s.	Populações (P)	2	294,84 n.s.
SxP	38	81,88	38	82,90	38	73,46	RxP (Ea)	4	12,98 n.s.
							Estratos/R	57	403,15 n.s.
							Resíduo/R (Eb)	114	317,64
							Dentro	540	198,01
							CV <sub>b</sub> = 4,54%		

n.s.: não significativo

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 12 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter fibra (%) nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,58 n.s.	19	0,98 n.s.	19	1,00 n.s.	Repetições (R)	2	24,86
Populações (P)	2	4,41*	2	3,03(*)	2	1,50 n.s.	Populações (P)	2	33,72**
SxP	38	1,05	38	0,99	38	0,68	RxP (Ea)	4	1,03 n.s.
							Estratos/R	57	3,43 n.s.
							Resíduo/R (Eb)	114	3,63
							Dentro	540	2,37
							CV <sub>b</sub> = 3,76%		

n.s.: não significativo

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

Tabela 13 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter Brix do laboratório nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,90 n.s.	19	1,27*	19	0,41 n.s.	Repetições (R)	2	5,54
Populações (P)	2	0,75 n.s.	2	3,72*	2	0,67 n.s.	Populações (P)	2	17,26**
SxP	38	0,70	38	0,69	38	0,69	RxP (Ea)	4	1,66 n.s.
							Estratos/R	57	3,44 n.s.
							Resíduo/R (Eb)	114	2,78
							Dentro	540	1,62
							CV <sub>b</sub> = 2,28%		

n.s.: não significativo

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

Tabela 14 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter pol (%) cana nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,59 n.s.	19	1,36*	19	0,47 n.s.	Repetições (R)	2	0,92
Populações (P)	2	0,68 n.s.	2	0,66 n.s.	2	0,14 n.s.	Populações (P)	2	5,22 n.s.
SxP	38	0,60	38	0,66	38	0,60	RxP (Ea)	4	0,39 n.s.
							Estratos/R	57	3,21 n.s.
							Resíduo/R (Eb)	114	2,49
							Dentro	540	1,63
							CV <sub>b</sub> = 3,05%		

n.s.: não significativo

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 15 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter pureza (%) cana nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	5,56 <sup>(*)</sup>	19	6,56 n.s.	19	6,35 n.s.	Repetições (R)	2	27,60
Populações (P)	2	2,54 n.s.	2	1,77 n.s.	2	0,11 n.s.	Populações (P)	2	9,02 n.s.
SxP	38	3,30	38	5,19	38	4,91	RxP (Ea)	4	4,35 n.s.
							Estratos/R	57	24,64 <sup>(*)</sup>
							Resíduo/R (Eb)	114	17,87
							Dentro	540	10,72
CV <sub>b</sub> = 1,25%									

n.s.: não significativo

(\*) : significativo ao nível de 10% de probabilidade

Tabela 16 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter peso da touceira (kg) nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,45**	19	0,42*	19	0,43*	Repetições (R)	2	19,39
Populações (P)	2	1,48**	2	2,95**	2	2,06**	Populações (P)	2	440,27**
SxP	38	0,19	38	0,22	38	0,29	RxP (Ea)	4	5,19 n.s.
							Estratos/R	57	34,49**
							Resíduo/R (Eb)	114	16,24
							Dentro	540	11,69
							Dentro T		4,99
							CV <sub>b</sub> = 1,63%		

n.s.: não significativo

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

Tabela 17 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter número de perfilhos nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,49 n.s.	19	0,63 <sup>(*)</sup>	19	0,85 n.s.	Repetições (R)	2	41,52
Populações (P)	2	1,03*	2	0,70 n.s.	2	0,54 n.s.	Populações (P)	2	80,62*
Sx <sup>2</sup>	38	0,36	38	0,36	38	0,55	RxP (Ea)	4	38,58 n.s.
							Estratos/R	57	45,61*
							Resíduo/R (Eb)	114	29,59
							Dentro	540	27,44
							Dentro T		0,41
							CV <sub>L</sub> = 1,22%		

n.s.: não significativo

(<sup>\*</sup>) : significativo ao nível de 10% de probabilidade

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade



Tabela 18 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância por repetição e agrupando-se as três repetições para o caráter Brix de campo nas três populações. Blocos casualizados. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

F.V.	Primeira repetição		Segunda repetição		Terceira repetição		Agrupando-se as três repetições		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	F.V.	G.L.	Q.M.
Estratos (S)	19	0,84**	19	0,36 n.s.	19	0,49*	Repetições (R)	2	190,54
Populações (P)	2	0,68(¹)	2	0,77 n.s.	2	0,54 n.s.	Populações (P)	2	130,26**
SxP	38	0,26	38	0,26	38	0,25	RxP (Ea)	4	4,15 n.s.
							Estratos/R	57	39,16**
							Resíduo/R (Eb)	114	17,93
							Dentro	540	3,30
							Dentro T		1,33
							CV <sub>b</sub> = 0,38%		

n.s.: não significativo

(¹) : significativo ao nível de 10% de probabilidade

\* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

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

perfilhos. Não houve significância nas demais repetições nos diferentes caracteres.

Observando as análises com agrupamento das três repetições, que também aparecem nas Tabelas 11 a 18, houve significância para o quadrado médio de estratos/repetições ao nível de 1% de probabilidade nos caracteres peso da touceira (Tabela 16) e Brix de campo (Tabela 18); ao nível de 5% de probabilidade no número de perfilhos (Tabela 17) e a 10% de probabilidade no caráter pureza (Tabela 15). Não houve significância destes efeitos nas demais análises, nos outros caracteres.

Esta significância para os quadrados médios de estratos e estratos/repetições deve-se ao fato que os estratos englobam os subestratos correspondentes às populações, estes compostos por progênies geneticamente diferentes devido à amostragem feita em cada subestrato.

#### 4.2.2. Coeficientes de variação

Os valores dos coeficientes de variação das análises da variância correspondentes às populações encontram-se nas Tabelas 11 a 18.

Seus valores, que vão desde 0,38% para Brix de campo até 4,54% para ATR, são considerados baixos por vários autores. PEIXOTO (1986) encontrou coeficientes de variação (CVb), em cana soca, de 8,50% para o número de perfilhos, 9,80% para o peso da touceira e 6,10% para ATR. Estes valores concordam basicamente com os obtidos no presente trabalho sendo ambos de baixa magnitude e refletem uma boa precisão do experimento.

#### 4.2.3. Comparação dos valores médios

Os valores médios dos cinco caracteres avaliados na primeira colheita e suas amplitudes apresentam-se nas Tabelas 19 e 20. Os valores médios dos oito caracteres avaliados na segunda colheita e suas amplitudes apresentam-se nas Tabelas 21 e 22.

Para a primeira colheita, tomando como base (100%) o valor médio obtido em  $F_1$  (Tabela 19), verifica-se que todos os valores médios, em termos percentuais, em  $F_{2S}$  e  $F_{2SV}$  são superiores àqueles obtidos na população  $F_1$ . A magnitude dessa superioridade varia de 0,86 a 5,15%.

Na segunda colheita, tomando novamente como base (100%) o valor médio em  $F_1$  (Tabela 21), verifica-se que em  $F_{2S}$  houve diminuições de valores médios para ATR,

Tabela 19 - Valores médios por substratos para os cinco caracteres e para as três segregantes e a testemunha e valores percentuais (entre parêntese) tomando como base (100%) a população original F1. Primeira colheita, Piracicaba, SP, 1986

Populações	Caracteres				
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)
F1	81,09 (100%)	12,02 (100%)	16,14 (100%)	11,15 (100%)	81,28 (100%)
F3S	84,47 (104,17%)	12,64 (105,15%)	16,72 (103,60%)	11,58 (103,86%)	82,32 (101,28%)
F3SV	82,58 (101,83%)	12,20 (101,50%)	16,28 (100,86%)	11,24 (100,81%)	82,20 (101,13%)
Testemunha					
T	113,23 (139,63%)	11,70 (97,34%)	18,82 (116,60%)	14,13 (126,73%)	88,28 (108,61%)

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(%) cana

Tabela 20 - Amplitude dos valores médios por substratos para os cinco caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha. Primeira colheita, Piracicaba, SP, 1986

Populações	Caracteres				
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)
F <sub>1</sub>	48,87 - 104,52	10,31 - 15,19	13,65 - 18,65	8,30 - 13,44	71,67 - 87,12
F <sub>2</sub> S	59,15 - 111,40	10,71 - 14,73	13,80 - 18,75	9,02 - 14,18	76,30 - 87,05
F <sub>3</sub> SV	56,42 - 104,67	9,95 - 14,57	13,42 - 18,52	8,80 - 13,47	75,55 - 88,82
Testemunha					
T	99,40 - 124,65	10,25 - 12,98	17,80 - 20,3	13,03 - 15,31	84,20 - 91,20

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(%) cana

Tabela 21 - Valores médios por substratos para os oito caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha e valores percentuais (entre parêntese) tomando como base (100%) a população original F<sub>1</sub>. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Populações	Caracteres							
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix Laboratório <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)	Peso Touceira(kg)	Número de perfilhos	Brix campo <sup>(2)</sup>
F <sub>1</sub>	98,94 (100%)	12,50 (100%)	18,24 (100%)	12,99 (100%)	84,65 (100%)	3,90 (100%)	6,46 (100%)	20,38 (100%)
F <sub>2S</sub>	98,50 (99,55%)	13,09 (104,72%)	18,50 (101,42%)	13,01 (100,15%)	84,55 (99,88%)	3,29 (84,36%)	6,46 (100%)	20,58 (100,98%)
F <sub>2SV</sub>	96,84 (97,87%)	12,39 (99,12%)	17,96 (98,46%)	12,74 (98,07%)	84,42 (99,73%)	3,45 (88,46%)	6,24 (96,59%)	20,23 (99,26%)
Testemunha								
T	113,29 (114,50%)	12,59 (100,72%)	19,77 (108,38%)	14,32 (102,46%)	86,73 (91,02%)	3,55 (81,73%)	5,28 (102,16%)	20,82 (102,16%)

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(%) cana

Tabela 22 - Amplitude dos valores médios por substratos para os oito caracteres e a testemunha. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Populações	Caracteres							
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix Laboratório <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)	Peso Touceira(kg)	Número de -perfilhos	Brix campo <sup>(2)</sup>
F <sub>1</sub>	72,90 - 123,17	9,86 - 14,71	16,02 - 20,70	10,51 - 15,35	77,01 - 89,85	2,54 - 5,35	5,05 - 8,43	18,93 - 22,67
F <sub>2</sub> S	83,07 - 111,15	10,76 - 15,90	16,85 - 19,93	11,57 - 14,20	80,16 - 87,46	2,31 - 5,07	4,89 - 8,05	19,33 - 21,60
F <sub>2</sub> SV	74,32 - 118,52	10,59 - 14,44	16,13 - 20,45	10,80 - 14,79	78,00 - 92,76	2,41 - 4,71	4,90 - 7,84	18,71 - 21,23
Testemunha								
T	89,51 - 129,79	10,68 - 16,66	14,90 - 21,00	12,72 - 15,74	79,46 - 90,39	1,81 - 4,45	4,11 - 7,23	19,11 - 21,86

<sup>(1)</sup> ATR: kg açúcar/t de cana

<sup>(2)</sup> Graus Brix

<sup>(3)</sup> Pol% (cana)

pureza e o peso da touceira e aumentos para a fibra; Brix do laboratório, pol (X) cana e Brix de campo, enquanto que o valor médio para o número de perfilhos foi igual ao valor médio em  $F_1$ . Em  $F_2$ SV, todos os valores médios diminuíram quando comparados com o valor médio em  $F_1$ .

Os valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância nos oito caracteres, envolvendo as três populações para cada repetição e com agrupamento das três repetições, encontram-se nas Tabelas 11 a 18.

A análise da variância detectou diferenças significativas entre as populações nos caracteres fibra, Brix do laboratório, peso da touceira, número de perfilhos e Brix de campo, o que mostra existir divergência genética detectável entre elas ao nível da precisão do ensaio.

Por outro lado, a análise não detectou diferenças entre as populações para os caracteres ATR, pol (X) cana e pureza, indicando que para estes caracteres a diversidade genética é baixa não podendo ser detectada com o nível de precisão predominante.



A não manifestação de progresso seletivo na segunda colheita pode ser explicada por várias causas, tais como:

- a) Uma pronunciada interação de genótipos x ambiente decorrente do fato de se ter efetuado o segundo corte tardiamente ou uma interação do tipo genótipo x anos, envolvendo o ano de seleção e o ano de teste dos materiais selecionados. A colheita dos materiais ocorreu em uma época em que as plantas se encontravam em crescimento devido à ocorrência de chuvas que atrasaram o período de maturação fisiológica natural. Neste caso, as progênes não expressaram completamente o genótipo que ficou mascarado pelas condições ambientais desfavoráveis.
- b) À presença de autofecundação natural o que provocaria depressão endogâmica crescente de  $F_1$  para  $F_9$ , encobrindo o efeito positivo da seleção sobre as médias.
- c) À presença de endogamia em função do parentesco entre os genitores originais da população  $F_1$ , endogamia esta que não foi possível avaliar neste trabalho. Vários autores, entre eles STOKES e TYSDAL (1963), ARCENAUUX (1967), TAI e MILLER (1981), POMMER e BASTOS (1984), PEIXOTO *et alii* (1984) e PEIXOTO (1986), concordam em afirmar

que a base genética dos atuais cultivares de cana-de-açúcar é muito estreita e que a genealogia próxima de genitores, como acontece neste trabalho, torna ainda maior o coeficiente de endogamia, nas progênies geradas pelo intercruzamento (PEIXOTO, 1986).

d) A uma possível baixa eficiência da seleção praticada em  $F_2$ .

e) A população  $F_1$  é o resultado do intercruzamento de clones com um grau mais elevado de heterozigose, vigor que se explora na seleção clonal (processo normal em cana-de-açúcar) e que se manifesta na média. Esta população não se encontra em equilíbrio de Hardy-Weinberg. As populações  $F_2$ , originadas através de um ciclo de seleção recorrente, manifestam uma redução do grau de heterozigose pela recombinação, atingindo o equilíbrio de Hardy-Weinberg. Esta menor manifestação do vigor se reflete também na média.

#### 4.2.4. Análise das variâncias fenotípicas dentro de subestratos

Os valores das variâncias fenotípicas médias dentro dos subestratos para os caracteres avaliados na

primeira colheita encontram-se na Tabela 23 e suas amplitudes na Tabela 24.

Verifica-se que, com exceção do caráter pureza na população  $F_{2S}$  que diminuiu em 16,1%, todos os valores para os demais caracteres nas populações  $F_{2S}$  e  $F_{2SV}$  aumentaram, quando comparadas com os valores da população  $F_1$ . Este aumento variou entre 6,92 e 34,30% o que indicou um incremento da variabilidade nas populações  $F_{2S}$  e  $F_{2SV}$ .

Para a segunda colheita, os valores das variâncias fenotípicas médias dentro de subestratos para os oito caracteres avaliados encontram-se na Tabela 25 e suas amplitudes na Tabela 26.

Tomando como base (100%) o valor da variância fenotípica média correspondente a população  $F_1$ , observa-se que, considerando os valores obtidos em  $F_{2S}$ , houve incremento na variabilidade para os caracteres fibra e Brix de campo e diminuição para os caracteres ATR,, Brix do laboratório, pol (%) cana, pureza, peso da touceira e número de perfilhos.

Comparando-se os valores obtidos em  $F_{2SV}$  com os da população  $F_1$ , houve aumento da variabilidade para ATR, Brix do laboratório e pol (%) cana e diminuição para

Tabela 23 - Variâncias fenotípicas e médias por substrato para os cinco caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha e valores percentuais (entre parêntese) tomando como base (100%) a população original F<sub>1</sub>. Primeira colheita, Piracicaba, SP, 1986

Populações.	Caracteres				
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)
F <sub>1</sub>	239,72 (100%)	2,07 (100%)	1,85 (100%)	1,98 (100%)	18,64 (100%)
F <sub>2</sub> S	269,03 (112,22%)	2,78 (134,30%)	2,19 (118,38%)	2,31 (116,67%)	15,64 (83,90%)
F <sub>2</sub> SV	271,35 (113,19%)	2,26 (109,18%)	2,09 (112,97%)	2,21 (111,62%)	19,93 (106,92%)
Testemunha					
-	42,66 (17,87%)	0,39 (18,84%)	0,39 (21,08%)	0,34 (17,17%)	2,78 (14,91%)

(<sup>1</sup>) ATR kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(%) cana

Tabela 24 - Amplitudes de variação das variâncias fenotípicas dentro de substratos para os cinco caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha. Primeira colheita, Piracicaba, SP, 1986

Populações	Caracteres				
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)
F <sub>1</sub>	4,69 - 861,23	0,10 - 10,38	0,02 - 47,33	0,06 - 6,75	0,75 - 83,32
F <sub>2S</sub>	26,21 - 775,63	0,02 - 27,03	0,18 - 7,30	0,24 - 6,65	0,80 - 73,61
F <sub>2SV</sub>	12,54 - 1,132,52	0,03 - 14,92	0,07 - 9,78	0,17 - 10,24	0,15 - 127,25
Testemunha					
T	22,23 - 73,65	0,15 - 0,70	0,23 - 0,57	0,22 - 0,55	0,17 - 5,25

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(%) cana

Tabela 25 - Variâncias fenotípicas por substrato para os oito caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha e valores percentuais (entre parêntese) tomando como base (100%) a população original  $F_1$  Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Populações	Caracteres							
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix Laboratório <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)	Peso Touceira(kg)	Número de perfilhos	Brix campo <sup>(2)</sup>
$F_1$	201,04 (100%)	2,39 (100%)	1,59 (100%)	1,58 (100%)	12,77 (100%)	13,86 (100%)	30,39 (100%)	3,22 (100%)
$F_{2S}$	188,49 (93,75%)	2,73 (114,22%)	1,57 (98,74%)	1,55 (98,10%)	9,37 (73,37%)	10,68 (77,06%)	27,92 (91,87%)	3,46 (107,45%)
$F_{2SV}$	204,50 (101,72%)	2,00 (83,68%)	1,70 (106,92%)	1,75 (110,76%)	14,58 (114,17%)	10,54 (76,05%)	24,03 (79,07%)	3,21 (99,69%)
Testemunha								
T						4,99 (36,02%)	8,41 (27,67%)	1,33 (41,30%)

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Graus Brix

(<sup>3</sup>) Pol(X) cana

Tabela 26 - Amplitude de variação das variâncias fenotípicas dentro de substratos para os oito caracteres e para as três populações segregantes e a testemunha. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Populações	Caracteres							
	ATR <sup>(1)</sup>	Fibra(%)	Brix Laboratório <sup>(2)</sup>	Pol <sup>(3)</sup>	Pureza(%)	Peso Touceira(kg)	Número de perfilhos	Brix campo <sup>(2)</sup>
F <sub>1</sub>	5,70 - 1.053,54	0,00 - 9,07	0,02 - 6,74	0,06 - 9,57	0,30 - 155,38	5,49 - 23,74	10,62 - 72,22	0,97 - 6,34
F <sub>2S</sub>	20,12 - 948,37	0,13 - 10,04	0,11 - 6,86	0,13 - 7,71	0,30 - 120,90	4,57 - 19,49	16,83 - 56,96	1,86 - 6,10
F <sub>2SV</sub>	9,71 - 669,04	0,11 - 11,11	0,03 - 8,40	0,17 - 7,82	0,04 - 276,93	3,99 - 19,84	11,61 - 47,05	1,56 - 6,40
Testemunha								
T						1,14 - 12,05	1,13 - 26,02	0,25 - 4,88

(<sup>1</sup>) ATR: kg açúcar/t de cana

(<sup>2</sup>) Brix Brix

(<sup>3</sup>) Pol% (cana)

os caracteres fibra, pureza, peso da touceira, número de perfilhos e Brix de campo.

Deve-se salientar que, apesar da forte intensidade de seleção utilizada na obtenção das populações  $F_{3S}$  (4,2%) e  $F_{3SV}$  (1,2%), não houve indicação de redução pronunciada de variabilidade nestas populações. Tal fato é claro indicador da recombinação gênica provocada pelos intercruzamentos feitos na seleção recorrente. Uma seleção clonal em  $F_1$ , com estas intensidades certamente reduziria drasticamente a variabilidade.

#### 4.2.5. Coeficientes de herdabilidade

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2$  rep.) e de substratos ( $h^2$  sub.) para os oito caracteres avaliados na segunda colheita, nas três populações, encontram-se na Tabela 27. Nas tabelas 28 a 35 do apêndice apresentam-se os detalhes do processo de estimação destes coeficientes.

Deve-se enfatizar que estes coeficientes não são os que se relacionaram com o programa de seleção recorrente, mas sim os que se aplicam ao programa normal de



Tabela 27 - Coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo relativo à seleção entre touceiras, a nível de repetições ( $h^2_{rep}$ ) e de subestratos ( $h^2_{sub}$ ), para os vários caracteres, nas três populações segregantes. Segunda colheita, Piracicaba, SP, 1987

Caracteres	$h^2_{rep}$			$h^2_{sub}$		
	Populações			Populações		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> S	F <sub>2</sub> SV	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> S	F <sub>2</sub> SV
ATR	0,662	0,535	0,605			
Fibra	0,706	0,723	0,658			
Brix do laboratório	0,779	0,721	0,773			
Pol(%) cana	0,706	0,616	0,672			
Pureza	0,511	0,190	0,293			
Nº de perfilhos	0,725	0,700	0,655	0,723	0,699	0,650
Peso da touceira	0,651	0,544	0,541	0,640	0,533	0,526
Brix de campo	0,526	0,536	0,507	0,587	0,616	0,586

selecção fenotípica com propagação vegetativa do material seleccionado, como acontece normalmente em cana-de-açúcar.

As estimativas dos coeficientes a nível de repetição ( $h^2$  rep.) foram elevados para todos os caracteres na população  $F_4$ . Nas populações  $F_3S$  e  $F_3SV$  as estimativas são elevadas para sete dos oito caracteres, sendo que a pureza apresentou a estimativa mais baixa nas duas populações, 0,190 e 0,293%, respectivamente.

Comparando os valores obtidos neste trabalho com aqueles obtidos por outros autores encontra-se que para número de perfilhos, por exemplo, os valores estimados neste trabalho vão desde 0,650 até 0,725 e são semelhantes aos obtidos por KHAIRWAL e BABU (1976) de 0,725 e ZACARIAS (1977) de 0,73. Esses valores são menores que os obtidos por MARIOTTI (1973) de 0,91 e KANG *et alii* (1983) de 0,82 e maiores que os apresentados por CESNIK (1972) de 0,15; MARIOTTI (1971) de 0,47 e SINGH *et alii* (1981) de 0,347.

Para Brix de campo, os valores obtidos neste trabalho (Tabela 27) são sensivelmente iguais àqueles obtidos por CESNIK (1972) de 0,522; KHAIRWAL e BABU (1976) de 0,658; SINGH *et alii* (1981) de 0,662 e menores que o obtido por KANG *et alii* (1983) de 0,88. Para pureza, neste trabalho, obteve-se um valor que variou entre 0,190 e 0,511

que é menor que aquele encontrado por KANG *et alii* (1983) de 0,90. Para pol (%) cana, o valor obtido por ZACARIAS (1977) de 0,79 é um pouco maior que o encontrado nesta pesquisa, o qual variou de 0,616 até 0,706.

As estimativas dos coeficientes a nível de substrato ( $h^2$  sub.) apresentaram valores altos para os três caracteres em que foi possível estimar este parâmetro.

Outros trabalhos encontrados na literatura fornecem as estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, mas nesta pesquisa não foi possível estimar a magnitude da variância genética aditiva, razão pela qual não foi possível se fazer as comparações correspondentes.

#### 4.2.6. Algumas considerações sobre o método de seleção recorrente empregado neste trabalho

O método de seleção recorrente em cana-de-açúcar tem sido sugerido por autores tais como HULL (1945), TYSDAL (1956), PEIXOTO (1981, 1986) e PEIXOTO *et alii* (1984) como um sistema que, além de aumentar a frequência de alelos favoráveis, pode ampliar a base genética da espécie. O método já foi utilizado com sucesso no programa de melhoramento de Louisiana, U.S.A. (BREAUX, 1984 e

ANZALONE, 1972). De acordo com Breaux o programa vem sendo utilizado desde 1950 alcançando o quarto ciclo de seleção recorrente em 1980. Neste período o programa já produziu 20 variedades que foram liberadas para produção comercial, em Louisiana. Estas variedades permitiram à indústria açucareira elevar o conteúdo médio de sacarose no caldo de 10,6% em 1952 a 14% em 1974.

No presente trabalho ocorreu um ciclo de seleção recorrente o que parece ter sido insuficiente; de acordo com os resultados do experimento, para conseguir-se aumentar, significativamente, a frequência de alelos favoráveis. O mencionado anteriormente, somado à constituição poliplóide da cana-de-açúcar dificulta ainda mais a obtenção de genótipos superiores. Esta situação tem sido salientada por STEVENSON (1956), HOGARTH (1968), SKINNER (1981) e BERDING e SKINNER (1987), entre outros.

Acredita-se que outras pesquisas têm que ser feitas visando:

- a) Estimar a endogamia presente no programa de seleção recorrente,
- b) Estimar a variância genética aditiva para a estimação de coeficientes de herdabilidade no sentido restrito,

- e) Reavaliar as populações para os mesmos caracteres na terceira colheita na época conveniente.

## 5. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho puderam ser tiradas as seguintes conclusões:

- a) a metodologia empregada permitiu estimar com suficiente exatidão os valores médios e as variâncias fenotípicas dentro de substratos para os cinco caracteres avaliados na primeira colheita e os oito caracteres avaliados na segunda colheita em três populações segregantes: a população original  $F_1$  e as populações  $F_2S$  e  $F_2SV$  obtidas através de um ciclo de seleção recorrente;
- b) na primeira colheita, os valores médios para os caracteres em  $F_2S$  e  $F_2SV$  foram maiores que em  $F_1$ . Para a segunda colheita, em  $F_2S$ , houve aumento do valor médio para os caracteres fibra, Brix do laboratório, pol (%) cana e Brix de campo e diminuição para os caracteres ATR, pureza e peso da touceira. Em  $F_2SV$  todos os valores médios diminuíram quando comparados com o valor médio em  $F_1$ ;

- c) as análises da variância detectaram diferenças significativas entre as populações para os caracteres fibra, Brix do laboratório, peso da touceira, número de perfilhos e Brix de campo, o que mostra que existe divergência genética entre elas;
- d) as análises da variância não detectaram diferenças significativas entre as populações para os caracteres ATR, pol (%) cana e pureza, o que indica que, para estes caracteres a diversidade genética é baixa e não pode ser detectada com o nível de precisão deste experimento;
- e) houve evidência de progresso nos dados da primeira colheita.
- f) a não manifestação significativa de progresso seletivo na segunda colheita pode ser explicada por várias causas, tais como:
- 1<sup>a</sup>) Uma pronunciada interação de genótipos x ambiente, decorrente do fato de se ter efetuado o segundo corte tardiamente ou uma interação do tipo genótipos x anos, envolvendo o ano de seleção e o ano de teste dos materiais selecionados.

- 2<sup>a</sup>) a presença de autofecundação natural o que provocaria depressão endogâmica crescente de  $F_1$  para  $F_2$  mascarando o efeito positivo da seleção sobre as médias,
- 3<sup>a</sup>) a presença de endogamia em função do parentesco entre os genitores da população  $F_1$ , endogamia esta que não foi possível avaliar neste trabalho,
- 4<sup>a</sup>) Uma possível baixa eficiência da seleção praticada em  $F_2$ ,
- 5<sup>a</sup>) a população  $F_1$  é o resultado do intercruzamento de clones com um grau mais elevado de heterozigose e que se manifesta na média. Esta população não se encontra em equilíbrio de Hardy-Weinberg. As populações  $F_2$ , originadas através de um ciclo de seleção recorrente, manifestam uma redução do grau de heterozigose pela recombinação, atingindo o equilíbrio de Hardy-Weinberg. Esta menor manifestação do vigor se reflete também na média;
- 6) em relação às variâncias fenotípicas dentro de substratos, os valores médios destas variâncias apresentaram um incremento para todos os caracteres



avaliados na primeira colheita em  $F_{2S}$  e  $F_{2SV}$ , com exceção da pureza cuja variância fenotípica diminuiu em  $F_{2S}$ . Assim, apesar da intensidade relativamente forte da seleção, não houve apreciável alteração da variabilidade genética nas populações  $F_2$ , em relação à  $F_1$ , o que evidencia o poder da recombinação na liberação de novos genótipos;

- h) No presente trabalho houve apenas um ciclo de seleção recorrente o que pode ter sido insuficiente, de acordo com os resultados do experimento, para aumentar significativamente a frequência de alelos favoráveis. Porém, a manutenção da variância ou mesmo seu acréscimo para alguns caracteres e a amplitude das variâncias fenotípicas, mostraram que a seleção recorrente oferece boas perspectivas em um programa de melhoramento genético;
- i) as altas estimativas dos coeficientes de herdabilidade sugerem que a seleção dos melhores genótipos e sua posterior propagação vegetativa deverá ter sucesso nas condições do experimento, após a seleção recorrente;
- j) os resultados contrastantes encontrados na primeira e segunda colheitas salientam a necessidade de reavaliação

das populações para os mesmos caracteres na terceira colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADARA, D.A. & KANNENBERG, L.W. Performance under stress of advance cycles of four populations of corn (*Zea mays* L.) in an  $S_1$  per se recurrent selection program. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 61:29-36, 1981.
- ANZALONE JUNIOR, L. Selection methods to increase mosaic resistance and sucrose content. In: CONGRESSO DA ISSCT, 14., New Orleans, 1971. Proceedings. New Orleans, Franklin Press, 1972. p. 190-4.
- ARCENEUX, G. Cultivated sugarcane of the world and their botanical derivation. In: CONGRESSO DA ISSCT, 12., Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 844-54.
- AVEY, D. P.; OHM, H. W.; PATTERSON, F.L.; NYQUIST, W.E. Three cycles of simple recurrent selection for early heading in winter wheat. Crop Science, Madison, 22(5): 908-12, 1982.

- BERDING, N & SKINNER, J.G. Traditional breeding methods.  
In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING  
WORKSHOP, Piracicaba, 1987. Proceedings, São Paulo,  
Copersucar, 1987. p. 269-320.
- BREAUX, R.D. Breeding to enhance sucrose content of  
sugarcane varieties in Louisiana. Field Crops Research,  
Amsterdam, 2:59-67, 1984.
- BREAUX, R.D. Some breeding strategies with bi-parental and  
polycrosses. In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE  
BREEDING WORKSHOP, Piracicaba, 1987. Proceedings,  
São Paulo, Copersucar, 1987. p.71-85.
- BROWN, A.H.D.; DANIELS, J.; LATTER, B.D.H. Quantitative  
genetics of sugarcane. I. Analysis of variation in a  
commercial hybrid sugarcane population. Theoretical and  
Applied Genetics, New York, 32: 361-9, 1968.
- BREGITZER, P.P; STUTHMAN, D.D; MCGRAW R.L.; PAYNE, T.S.  
Morphological changes associated with three cycles of  
recurrent selection for grain yield improvement in oat.  
Crop Science, Madison, 27(2):165-8, 1987.

- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E. ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p. 155-86.
- BRIM, C.A. & STUBER, C.W. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. Crop Science, Madison, 13:528-30, 1973.
- BURTON, J.W.; PENNY, L.J.; HALLAUER, A.R.; EBERHART, S.A. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. Crop Science, Madison, 11(3):361-5, 1971.
- CARANGAL, V.R.; ALI, S.M.; KOBLE, A.F.; RINKE, E.H.; SENTZ, J.C. Comparison of  $S_1$  with testcross evaluation for recurrent selection in maize. Crop Science, Madison, 11: 658-61, 1971.
- CARVER, B.F.; BURTON, J.W.; WILSON, R.F.; CARTER JUNIOR, T.E. Cumulative response to various recurrent selection schemes in soybean: oil quality and correlated agronomic traits. Crop Science, Madison, 26(5): 853-8, 1986.

- CESNIK, R. Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em cana-de-açúcar. Piracicaba, 1972. 50p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- COMPTON, W.A. & LONNQUIST, J.H. A multiplicative selection index applied to four cycles of full-sib recurrent selection in maize. Crop Science, Madison, 22(5):981-3, 1982.
- COMSTOCK, R.E.; ROBINSON, H.F.; HARVEY, P.H. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agronomy Journal, Madison, 41:360-7, 1949.
- CROSBIE, T.M. & PEARCE, R.B. Effects of recurrent phenotypic selection for high and low photosynthesis on agronomic traits in two maize populations. Crop Science, Madison, 22(4):809-13, 1982.
- DANIELS, J. Improving sugarcane breeding methods to increase yields. Sugarcane Breeder's Newsletter, 14:2-15, 1965.

FAKOREDE, M.A.B. & MOCK, J.J. Stability and adaptation responses of maize variety hybrids developed by recurrent selection for grain yield. *Maydica*, Bergamo, 23(2):89-100. 1978.

FAKOREDE, M.A.B. & MOCK, J.J. Changes in morphological and physiological traits associated with recurrent selection for grain yield in maize. *Euphytica*, Wageningen, 22:397-409, 1978.

FAKOREDE, M.A.B. & MOCK, J.J. Growth analysis of maize variety hybrids obtained from two recurrent selection programmes for grain yield. *The New Phytologist*, Oxford, 85(3):393-408, 1980.

GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Science*, Madison, 1(4):241-5, 1961.

GENTER, C.F. Comparison of  $S_1$  and testcross evaluation after two cycles of recurrent selection in maize. *Crop Science*, Madison, 13:524-7, 1973.

GERALDI, I.O. Utilização de métodos de seleção recorrente em plantas autógamas. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Genética, 1977. 27p. (Monografia).

- GILMORE JUNIOR, E.C. Suggested method of using reciprocal recurrent selection in some naturally self-pollinated species. Crop Science, Madison, 4:323-5, 1964.
- GUOK, H.P.; WYNNE; J.C.; STALKER, H.T. Recurrent selection within a population from an interspecific peanut cross. Crop Science, Madison, 26(2):249-53, 1986.
- HALLAUER, A.R. Selection and breeding methods. In: FREY, K.J. (ed.) Plant Breeding II. Ames, Iowa State University Press, 1981. p. 3-55.
- HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. 1 ed. Ames, The Iowa State University Press, 1981. 468p.
- HALLAUER, A.R. Compendium of recurrent selection methods and their application. CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 3(1): 1-33, 1985.
- HECKER, R.J. Recurrent and reciprocal recurrent selection. Crop Science, Madison, 18(5): 805-9, 1978.



- HEINZ, D.J. New procedures for sugarcane breeders. In: CONGRESSO DA ISSCT, 14., New Orleans, 1971. Proceedings. New Orleans, Franklin Press, 1971. p. 372-80.
- HEINZ, D.J. Sugarcane improvement: current productivity and future opportunities. In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WORKSHOP, Piracicaba, 1987. Proceedings, São Paulo, Copersucar, 1987. p.55-70.
- HILL JUNIOR, R.R.; HANSON, C.H.; BUSBICE, T.H. Effect of four recurrent selection programs on two alfalfa populations. Crop Science, Madison, 9: 363-5, 1969.
- HOARD, K.G. & CROSBIE, T.M. Effects of recurrent selection for cold tolerance on genotype-environment interactions for cold tolerance and agronomic traits in two maize populations. Crop Science, Madison, 24(2): 238-42, 1986.
- HOARD, K.G. & CROSBIE, T.M. Correlated changes in agronomic traits from  $S_1$ -line recurrent selection for cold tolerance in two maize populations. Crop Science, Madison, 24(3): 519-522, 1986.

- HOGARTH, D.M. A review of quantitative genetics in plant breeding with particular reference to sugar cane. The Journal of the Australian Institute of Agriculture Science, Sidney, 34:109-20, 1968.
- HOGARTH, D.M.; WU, K.L.; HEINZ, D.J. Estimating genetic variance in sugarcane using factorial cross design. Crop Science, Madison, 21: 21-5, 1981.
- HORNER, E.S.; CHAPMAN, W.H.; LUTRICK, M.C.; LUNDY H.W. Comparison of selection based on yield of topcross progenies and of  $S_2$  progenies in maize (*Zea mays* L.) Crop Science, Madison, 9: 539-43, 1969.
- HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Journal of the American Society of Agronomy, Geneva, 32(2): 134-45, 1945.
- JENKINS, M.T. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. Journal of the American Society of Agronomy, Geneva, 32(1): 55-63, 1940.
- JENKINS, M.T.; ROBERT, A.L.; FINDLEY JUNIOR, W.R. Recurrent selection as a method for concentrating genes of resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight in corn. Agronomy Journal, Madison, 46: 89-94, 1954.

- JOHNSON, E.C.; FISCHER, K.S.; EDMEADES, G.O.; PALMER, F.E. Recurrent selection for reduced plant height in lowland tropical maize. Crop Science, Madison, 26(2): 253-60, 1986.
- KANG, M.S.; MILLER, J.D.; TAI, P.Y.D. Genetic and phenotypic path analysis and heritability in sugarcane. Crop Science, Madison, 23: 643-7, 1983.
- KENWORTHY, W.J. & BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans; I. seed yield. Crop Science, Madison, 19: 315-8, 1979.
- KHADR, F.H. & FREY, K.J. Effectiveness of recurrent selection in oat breeding (*Avena sativa* L.). Crop Science, Madison, 5: 349-54, 1965.
- KHAIRWAL, I.S. & BABU, C.N. Estimates of heritability and its implications in selection of sugarcane varieties. Sugarcane Breeder's Newsletter, 32: 22-38, 1976.
- KLENKE, J.R.; RUSSELL, W.A.; GUTHRIE, W.D. Recurrent selection for resistance to European corn borer in a corn synthetic and correlated effects on agronomic traits. Crop Science, Madison, 26(5): 864-8, 1986.

- LANKEY, K.R. & HALLAUER, A.R. Comparison of maize populations improved by recurrent selection. Maadica, Bergamo, 22: 357-74, 1984.
- LDH, C.S. Review on the effective research tools of sugarcane breeding. Sugarcane Breeders Newsletter, 25: 36-8, 1970.
- LONNQUIST, J.H. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. Crop Science, Madison, 4: 227-8, 1964.
- MARIOTTI, J.A. Estimaciones de heredabilidad en parcelas clonales en cinco poblaciones híbridas de caña de azúcar. Revista Agronómica del Noroeste Argentino, Tucumán, 8(3-4): 373-89, 1971.
- MARIOTTI, J.A. Experiencias de selección clonal en caña de azúcar en la Provincia del Jujuy. II. Repetibilidad y heredabilidad de caracteres de interés agronómico. Revista Agronómica del Noroeste Argentino, Tucumán, 10(1-2): 61-73, 1973.

- MARIOTTI, J.A.; SCANDALARIS, J.; AHMED, A.M.; CUENYA, M.I.  
Análisis del comportamiento familiar en progenies híbridas de caña de azúcar. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, Tucumán, 58(2):1-14, 1981.
- MARQUEZ-SANCHEZ, F. Modifications to cyclic hybridization in maize with single-eared plants. Crop Science, Madison, 22(2): 314-8, 1982.
- MARTIN, M.J. & RUSSELL, W.A. Response of a maize synthetic to recurrent selection for stalk quality. Crop Science, Madison, 24(2): 331-7, 1984.
- MARTIN, M.J. & RUSSELL, W.A. Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. Crop Science, Madison, 24(4): 746-50, 1984.
- MATZINGER, D.F.; WERNSMAN, E.A.; COCKERHAM, C.C. Recurrent family selection and correlated response in *Nicotiana glauca* L. 'Dixie Bright 244' x 'Coker 139'. Crop Science, Madison, 12(1): 40-3, 1972.

- McGILL, D.P. & LONNQUIST, J.H. Effects of two cycles of recurrent selection for combining ability in an open pollinated variety of corn. Agronomy Journal, Madison, 42(7): 319-23, 1955.
- MILLER, J.D. Combining ability and yield component analysis in a five-parent diallel cross in sugarcane. Crop Science, Madison, 12: 545-7, 1977.
- MULAMBA, N.N.; HALLAUER, A.R.; SMITH, D.S. Recurrent selection for grain yield in a maize population. Crop Science, Madison, 23(3), 536-40, 1983.
- PAMIN, K.; COMPTON, W.A.; WALKER, C.E.; ALEXANDER, D.E. Genetic variation and selection response for oil composition in corn. Crop Science, Madison, 26(2), 279-82, 1986.
- PANI, F.; GENTINETTA, E.; VERDERIO, A.; LORENZONI, C.; MOTTO, M. Recurrent selection for seed quality traits in an opaque-2 maize population. Euphytica, Wageningen, 34: 857-63, 1985.
- PATERNIANI, E. Seleção recorrente reciproca. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GENÉTICA, 4., Mendoza, 1979. Actas. Mendoza, s. ed., 1980. v.2., p. 445-52.

PATERNIANI, E. & VENCOVSKY, R. Reciprocal recurrent selection in maize (*Zea mays* L.) based on test crosses of half-sib families. *Maudica*, Bergamo, 22(3), 141-52, 1977.

PATERNIANI, E. & VENCOVSKY, R. Reciprocal recurrent selection based on half sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L.). *Maudica*, Bergamo, 23(4): 209-19, 1978.

PATERNIANI, E. & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G. ed. Melhoramento e produção de milho. Campinas, Fundação Cargill, 1987. V.1., cap. 6, p. 215-74.

PEIXOTO, T.C. Refinamento dos métodos de melhoramento de cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Genética, 1981, 39p. (Monografia).

PEIXOTO, T.C. & RICCI JUNIOR, A. Amostra mínima representativa para caracterização da variabilidade expressa na descendência de progenitores de cana-de-açúcar. Boletim Técnico Copersucar, São Paulo, 28, 27-30, 1984.

PEIXOTO, T.C.; MACHADO JUNIOR, G.R.; DEOTTI, R.C. Novas técnicas de melhoramento. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA - COPERSUCAR, Piracicaba, 1984. Proceedings, São Paulo, Copersucar, 1984. p. 119-49.

PEIXOTO, T.C. Estudo complementar ao melhoramento genético da can-de-açúcar (*Saccharum* spp). Piracicaba, 1986. 119 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PENNY, L.H.; RUSSELL, W.A.; SPRAGUE, G.F.; HALLAUER, A.R. Recurrent selection. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., ed. Statistical Genetics and Plant Breeding. Washington, National Academy of Sciences, 1963. p. 352-67.

PENNY, L.H.; SCOTT, G.E.; GUTHRIE, W.D. Recurrent selection for European corn borer resistance in maize. Crop Science, Madison, Z(5): 407-9, 1967.

PIPER, T.E. & FEHR, W.R. Yield improvement in a soybean population by utilizing alternative strategies of recurrent selection. Crop Science, Madison, 2Z(2): 172-8, 1987.



- POMMER, C.V. & BASTOS, C.R. Genealogia de variedades IAC de cana-de-açúcar: vulnerabilidade genética e necessidade de programas básicos de melhoramento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 12(5):623-9.
- PRICE, S. Interspecific hybridization in sugarcane breeding. In: CONGRESSO DA ISSCT, 12, Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 1021-26.
- PROHASKA, K.R. & FEHR, W.R. Recurrent selection for resistance to iron deficiency chlorosis in soybeans. Crop Science, Madison, 21: 524-6, 1981.
- RUSSELL, W.A.; GUTHRIE, W.D.; GRINDELAND, R.L. Breeding for resistance in maize to first and second broods of the European corn borer. Crop Science, Madison, 14(5): 725-7, 1974.
- SCHNELL, R.J. & NAGAI, C. Interspecific reciprocal recurrent selection in *Saccharum* for increased biomass production. In: HAWAIIAN SUGAR PLANTERS' ASSOCIATION. Annual Report, 1985. Aiea, 1986, p.4.
- SIMMONDS, N.W. Some potato breeding ideas applied to sugarcane. Sugarcane Breeder's Newsletter, 12: 1-8, 1967.

SINGH, H.N.; SINGH, S.B.; SINGH, T.K. Selection parameters in sugarcane. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, 51:(8): 562-6, 1981.

SINGH, M.; KNEHRA, A.S.; DHILLON, B.S. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. Crop Science, Madison, 26(2): 275-8, 1986.

SKINNER, J.C. How much room is there for improvement by conventional breeding methods? Sugarcane Breeder's Newsletter, 1Z: 2-3, 1966.

SKINNER, J.C. Selection in sugarcane: a review. In: CONGRESSO DA ISSCT, 14., New Orleans, 1971. Proceedings. New Orleans, Franklin Press, 1972. p. 149-62.

SKINNER, J.C. Application of quantitative genetics to breeding of vegetatively reproduced crops. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Sidney, 4Z(2):82-3, 1981.

SMITH, D.S.; HALLAUER, A.R.; RUSSELL, W.A. Use of index selection in recurrent selection program in maize. Euphytica, Wageningen, 30: 611-8, 1981.

- SMITH, O.S. Evaluation of recurrent selection in BSSS, BSCB1, and BS13 maize populations. Crop Science, Madison, 23(1): 35-40, 1983.
- SOUZA JUNIOR, C.L. Variabilidade genética em milho (Zea mays L.) e relações com a seleção recorrente intra e interpopulacional. Piracicaba, 1983. 151p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SOUZA JUNIOR, C.L. Reciprocal recurrent selection with half-sib progenies obtained alternately from non-inbred ( $S_0$ ) and inbred ( $S_1$ ) plants in maize (Zea mays L.). Maudica, Bergamo, 32(1): 19-31, 1987.
- SPRAGUE, G.F. Quantitative genetics in plant improvement. In: FREY, K.J., ed. Plant Breeding. Ames, Iowa State University Press, 1966. cap. 8, p. 315-54.
- SPRAGUE, G.F. & BRIMHALL, B. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. Agronomy Journal, Madison, 42: 83-8, 1950.

- STANGLAND, G.R.; RUSSELL, W.A., SMITH D.S. Agronomic evaluation of four maize synthetics and their crosses after recurrent selection for yield. Maydica, Bergamo, 22(4): 199-212, 1982.
- STEVENSON, G.C. The problem of breeding high-sucrose sugar cane varieties. In: CONGRESSO DA ISSCT, 9., India, 1956. Proceedings. New Delhi, 1956. p. 515-85.
- STOKES, I.E. & TYSDAL, H.M. Significant trends in genealogies of Canal Point varieties of sugarcane. In: CONGRESSO DA ISSCT 11., Mauritius, 1962. Proceedings. Mauritius, Elsevier, 1963. p. 456-64.
- SUMARNO, & FEHR, W.R. Response to recurrent selection for yield in soybeans. Crop Science, Madison, 22(2): 295-9, 1982.
- TAI, P. & MILLER, J.D. The pedigree of selected Canal Point (CP) varieties of sugarcane. In: CONGRESSO DA AMERICAN SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 8., Florida, 1978. Proceedings. Florida, 1981. p. 34-39.
- TYSDAL, H.M. Promising new procedures in sugarcane breeding. In: CONGRESSO DA ISSCT, 9., New Delhi, 1956. Proceedings. New Delhi, 1956. p. 618-31.

WU, K.K.; HEINZ, D.J.; MEYER, H.K.; LADD, S.L. Minimum sample size for estimating progeny mean and variance. Crop Science, Madison, 18: 57-62, 1978.

ZACARIAS, C.A.B. Estimacão de parâmetros genéticos e fenotípicos em clones de cana-de-auar (*Saccharum* spp) e suas implicações no melhoramento. Piracicaba, 1977. 82p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

## APÉNDICE

Tabela 28 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) para o carácter ATR

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 11)

$$\hat{\sigma}^2_e = 29,91$$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

Para  $F_1$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_1} = 201,04$

Para  $F_{2S}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_2} = 188,49$

Para  $F_{2SV}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_3} = 204,50$

Para as três populações (Tabela 11):  $\sigma^2_d = 198,01$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

Q.M. para  $F_1$  :  $122,00 = (1/4)\hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1}$

Q.M. para  $F_{2S}$  :  $57,30 = (1/4)\hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2}$

Q.M. para  $F_{2SV}$  :  $80,29 = (1/4)\hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3}$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha N456-79

$$Q.M. = 92,17 = \hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T}$$

$$h^2_{rep. pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$h^2_{rep. pop. 1} = 0,662$  ou 66,2%

$h^2_{rep. pop. 2} = 0,535$  ou 53,5%

$h^2_{rep. pop. 3} = 0,605$  ou 60,5%

Tabela 29 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) para o carácter fibra

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 12)

$$\hat{\sigma}^2_e = 0,31$$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

Para  $F_1$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_1} = 2,39$

Para  $F_{2S}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_2} = 2,73$

Para  $F_{2SV}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_3} = 2,00$

Para as três repetições (Tabela 12):  $\sigma^2_d = 2,37$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

Q.M. para  $F_1$  :  $0,97 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1}$

Q.M. para  $F_{2S}$  :  $0,88 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2}$

Q.M. para  $F_{2SV}$  :  $0,82 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3}$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

Q.M. =  $0,81 = \hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T}$

$$h^2_{rep, pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{d_{pj}} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T})}{(\hat{\sigma}^2_{d_{pj}} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$h^2_{rep, pop. 1} = 0,706$  ou 70,6%

$h^2_{rep, pop. 2} = 0,723$  ou 72,3%

$h^2_{rep, pop. 3} = 0,658$  ou 65,8%



Tabela 30 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) para o carácter Brix do laboratório

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 13)

$$\hat{\sigma}^2_e = 0,29$$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

$$\text{Para } F_1 : \hat{\sigma}^2_{d_1} = 1,59$$

$$\text{Para } F_{2S} : \hat{\sigma}^2_{d_2} = 1,57$$

$$\text{Para } F_{2SV} : \hat{\sigma}^2_{d_3} = 1,70$$

$$\text{Para as três populações (Tabela 13): } \sigma^2_d = 1,62$$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

$$\text{Q.M. para } F_1 : 0,94 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1}$$

$$\text{Q.M. para } F_{2S} : 0,51 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2}$$

$$\text{Q.M. para } F_{2SV} : 0,80 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3}$$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

$$\text{Q.M.} = 0,47 = \hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T}$$

$$5ª \quad h^2_{rep, pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$$h^2_{rep, pop.1} = 0,779 \text{ ou } 77,9\%$$

$$h^2_{rep, pop.2} = 0,721 \text{ ou } 72,1\%$$

$$h^2_{rep, pop.3} = 0,773 \text{ ou } 77,3\%$$

Tabela 31 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) para o carácter pol (Z) cana

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 14)

$$\hat{\sigma}^2_e = 0,21$$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

$$\begin{aligned} \text{Para } F_1 &: \hat{\sigma}^2_{d_1} = 1,58 \\ \text{Para } F_{2S} &: \hat{\sigma}^2_{d_2} = 1,55 \\ \text{Para } F_{2SV} &: \hat{\sigma}^2_{d_3} = 1,75 \end{aligned}$$

$$\text{Para as três populações (Tabela 14): } \sigma^2_d = 1,63$$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

$$\begin{aligned} \text{Q.M. para } F_1 &: 0,96 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1} \\ \text{Q.M. para } F_{2S} &: 0,48 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2} \\ \text{Q.M. para } F_{2SV} &: 0,61 = (1/4) \hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3} \end{aligned}$$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

$$\text{Q.M.} = 0,39 = \hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T}$$

$$5ª \quad h^2_{rep. \text{ pop. } j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$$h^2_{rep. \text{ pop. } 1} = 0,706 \text{ ou } 70,6\%$$

$$h^2_{rep. \text{ pop. } 2} = 0,616 \text{ ou } 61,6\%$$

$$h^2_{rep. \text{ pop. } 3} = 0,672 \text{ ou } 67,2\%$$

Tabela 32 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) para o carácter pureza

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 15)

$$\hat{\sigma}^2_e = 1,79$$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de subestratos

$$\text{Para } F_1 : \hat{\sigma}^2_{d_1} = 12,77$$

$$\text{Para } F_{2S} : \hat{\sigma}^2_{d_2} = 9,37$$

$$\text{Para } F_{2SV} : \hat{\sigma}^2_{d_3} = 10,01$$

$$\text{Para as três populações (Tabela 15): } \sigma^2_d = 10,72$$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

$$\text{Q.M. para } F_1 : 7,51 = (1/4) (\hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1})$$

$$\text{Q.M. para } F_{2S} : 3,28 = (1/4) (\hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2})$$

$$\text{Q.M. para } F_{2SV} : 4,31 = (1/4) (\hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3})$$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

$$\text{Q.M.} = 8,35 = \hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T}$$

$$h^2_{rep. pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{d_T} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_T})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$$h^2_{rep. pop. 1} = 0,511 \text{ ou } 51,1\%$$

$$h^2_{rep. pop. 2} = 0,190 \text{ ou } 19,0\%$$

$$h^2_{rep. pop. 3} = 0,293 \text{ ou } 29,3\%$$

Tabela 33 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) e de substratos ( $h^2_{sub.}$ ) para peso da touceira

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 16)

$$\hat{\sigma}^2_{pe} = 0,06 \quad \hat{\sigma}^2_{dT} = 4,99$$

Média harmônica para populações :  $\bar{D} = 69,28$

Média harmônica para a testemunha:  $\bar{D} = 14,60$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

Para  $F_1$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_1} = 13,86$

Para  $F_{2S}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_2} = 10,68$

Para  $F_{3SV}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_3} = 10,54$

Para as três populações (Tabela 16):  $\hat{\sigma}^2_{d} = 11,69$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

Q.M. para  $F_1$  :  $0,41 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{s_1}$

Q.M. para  $F_{2S}$  :  $0,25 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{s_2}$

Q.M. para  $F_{3SV}$  :  $0,30 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{s_3}$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

Q.M. =  $0,26 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{sT}$

$$h^2_{rep, pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{sT})}{\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_{pe} + \hat{\sigma}^2_{spj}}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$h^2_{rep, pop.1} = 0,651$  ou 65,1%

$h^2_{rep, pop.2} = 0,544$  ou 54,4%

$h^2_{rep, pop.3} = 0,541$  ou 54,1%

7ª Estimativa dos coeficientes de herdabilidade a nível de substrato

$h^2_{sub. d(1)} = 0,640$  ou 64,0%

$h^2_{sub. d(2)} = 0,533$  ou 53,3%

$h^2_{sub. d(3)} = 0,526$  ou 52,6%

Tabela 34 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) e de substratos ( $h^2_{sub.}$ ) para o carácter número de perfilhos

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 17)

$$\hat{\sigma}^2_e = 0,03 \quad \hat{\sigma}^2_{dT} = 8,41$$

Média harmónica para populações :  $\bar{D} = 49,20$

Média harmónica para a testemunha:  $\bar{D} = 14,44$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

Para  $F_1$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_1} = 30,39$

Para  $F_{2S}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_2} = 27,92$

Para  $F_{3SV}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_3} = 24,03$

Para as três populações (Tabela 17):  $\hat{\sigma}^2_d = 27,44$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

Q.M. para  $F_1$  :  $0,50 = (1/\bar{D}) (\hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1})$

Q.M. para  $F_{2S}$  :  $0,42 = (1/\bar{D}) (\hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2})$

Q.M. para  $F_{3SV}$  :  $0,59 = (1/\bar{D}) (\hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3})$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

Q.M. =  $0,55 = (1/\bar{D}) (\hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{sT})$

$$h^2_{rep, pop. j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{sT})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$h^2_{rep. pop. 1} = 0,725$  ou 72,5%

$h^2_{rep. pop. 2} = 0,700$  ou 70,0%

$h^2_{rep. pop. 3} = 0,655$  ou 65,5%

7ª Estimativa dos coeficientes de herdabilidade a nível de substrato

$h^2_{sub. d(1)} = 0,723$  ou 72,3%

$h^2_{sub. d(2)} = 0,699$  ou 64,9%

$h^2_{sub. d(3)} = 0,650$  ou 65,0%

Tabela 35 - Detalhes do processo de estimação dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, relativos à seleção entre touceiras a nível de repetição ( $h^2_{rep.}$ ) e de substratos ( $h^2_{sub.}$ ) para o carácter Brix de campo

1ª Da análise da variância agrupando-se as três repetições (Tabela 18)

$$\hat{\sigma}^2_e = 0,21 \quad \hat{\sigma}^2_{dT} = 1,33$$

Média harmónica para populações :  $\bar{D} = 69,29$

Média harmónica para a testemunha:  $\bar{D} = 14,60$

2ª Variâncias fenotípicas médias dentro de substratos

Para  $F_1$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_1} = 3,22$

Para  $F_{2S}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_2} = 3,46$

Para  $F_{2SV}$  :  $\hat{\sigma}^2_{d_3} = 3,21$

Para as três populações (Tabela 18):  $\hat{\sigma}^2_d = 3,30$

3ª Quadrados médios de estratos/repetições e respectivos componentes de variação

Q.M. para  $F_1$  :  $0,46 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_1} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_1}$

Q.M. para  $F_{2S}$  :  $0,30 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_2} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_2}$

Q.M. para  $F_{2SV}$  :  $0,33 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{d_3} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{s_3}$

4ª Quadrado médio de estratos/repetições e respectivos componentes de variação para a testemunha NA56-79

Q.M. =  $0,48 = (1/\bar{D}) \hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{sT}$

$$h^2_{rep, pop.j} = \frac{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj}) - (\hat{\sigma}^2_{dT} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{sT})}{(\hat{\sigma}^2_{dpj} + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{spj})}$$

6ª Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

$h^2_{rep, pop.1} = 0,526$  ou 52,6%

$h^2_{rep, pop.2} = 0,536$  ou 53,6%

$h^2_{rep, pop.3} = 0,507$  ou 50,7%

7ª Estimativa dos coeficientes de herdabilidade a nível de substrato

$h^2_{sub. d(1)} = 0,587$  ou 58,7%

$h^2_{sub. d(2)} = 0,616$  ou 61,6%

$h^2_{sub. d(3)} = 0,586$  ou 58,6%

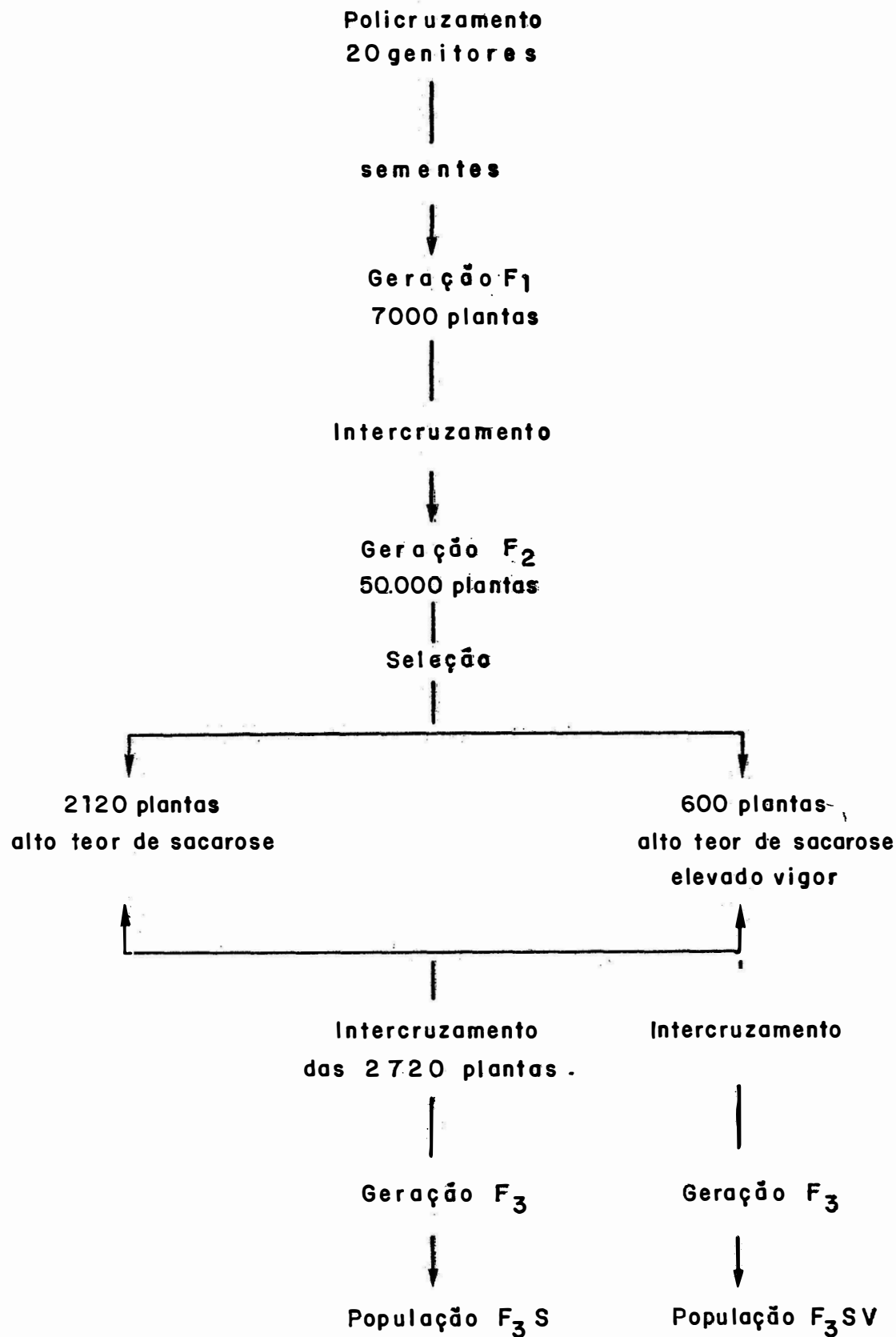


Figura 2 - Esquema de seleção recorrente fenotípica para sacarose e vigor.

