SELEÇÃO MASSAL E DE PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS
EM CEBOLA (*Allium cepa* L.) PARA RESISTÊNCIA A
Colletotrichum gloeosporioides PENZ. [SENSU ARX, 1957]

ITAMAR SOARES DE MELO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1983

Aos meus pais,

irmãos e a

tia Beatriz,

OFEREÇO

À memória de minha avó

Maria Josefina Lessa

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Desejo aqui consignar os meus agradecimentos às seguintes pessoas e entidades que tornaram possível a realização deste trabalho:

- Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, pelos esclarecimentos inestimáveis, lúcidas sugestões e que, com admirável dedicação deu-me eficiente orientação;
- Docentes dos Departamentos de Genética e Fitopatologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos;
- Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, pelas sugestões e críticas valiosas e acima de tudo pela amizade sincera e estímulos durante o decorrer do curso;
- Sra. Dirce Alessi Pelegrino, da Seção de Pós-Graduação, pela maneira atenciosa que sempre nos atendeu;
- Funcionários do Departamento e Instituto de Genética, especialmente à Srta. Érica Spruck, Sra. Eisa Aparecida Azevedo Cesar, Sra. Terezinha de Jesus Lodovico, Sr. Antônio Cella e Sr. Alcides Martins; aquelas pela extraordinária dedicação e cortesia no atendimento e a estes pela colaboração valiosa durante os trabalhos experimentais;
- Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do Plano Institucional de Capacitação de Docentes (PICD) da Universidade Federal de Alagoas, pela concessão da bolsa de estudos;

Finalmente, mas não por último, aos amigos e colegas de curso pelo estímulo, ajuda e sugestões, especialmente ao estagiário Ailton Ribeiro, Engº Agrº Antônio Nazareno G. Mendes e Engº Agrº Marcelo Yukio Kuabara.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMO.	vi
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Etiologia.	5
2.2. Resistência varietal e herança da reação de resistência a <i>C. gloeosporioides</i> Penz. em ce- bola (<i>Allium cepa</i> , L.)	14
2.3. Métodos de melhoramento para a obtenção de cultivares resistentes	17
2.4. Componentes da variação genética e coeficien- te de herdabilidade.	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS.	23
3.1. Local de investigação.	23
3.2. Isolado de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz.	23
3.3. Preparo do inóculo	24
3.4. Técnica de inoculação.	25
3.5. Práticas culturais	25
3.6. Critérios de avaliação da reação do hospedeiro.	26
3.7. Origem e características das populações de cebola utilizadas.	26
3.8. Obtenção das progênies de meios irmãos	29

Página

3.9. Experimento I - Avaliação e seleção de progê nies de meios irmãos.	31
3.10. Experimento II - Avaliação das populações de Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido e ganho genético obtido atra vés dos ciclos de seleção massa.	33
3.11. Análise dos experimentos e estimativa dos pa râmetros genéticos.	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	39
4.1. Experimento I - Avaliação das progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical	39
4.1.1. Análise da variância.	39
4.1.2. Estimativas dos parâmetros genéticos	44
4.2. Experimento II - Reação de populações de Baia x Barreiro, de Baia x Excel x Barreiro, e do Composto Híbrido a <i>Colletotrichum gloeos porioides</i> Penz.	51
4.2.1. Análise da variância.	51
4.2.2. Progressos obtidos com a seleção mas sal.	55

Página

4.3. Epidemiologia da reação a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., nas progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical.	59
5. CONCLUSÕES.	66
6. LITERATURA CITADA	68
7. Tabelas.	78
8. Figuras	91

SELEÇÃO MASSAL E DE PROGENIES DE MEIOS IRMÃOS EM CEBOLA
(*Allium cepa* L.) PARA RESISTÊNCIA A *Colletotrichum*
gloeosporioides Penz. [Sensu ARX, 1957]

Itamar Soares de Melo

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa
- Orientador -

R E S U M O

Colletotrichum gloeosporioides Penz [Sensu ARX, 1957], fungo causador da doença "*Mal das Sete Voltas*" em cebola, ocorre de maneira epidêmica nas principais áreas de produção dessa hortaliça no Brasil. O uso de cultivares resistentes à doença é o método de controle mais econômico e eficiente, tendo em vista que o controle químico onera sobremaneira o custo de produção.

O presente trabalho objetivou: estudar a eficiência e os progressos genéticos obtidos com dois ciclos de seleção massal para resistência a *C. gloeosporioides* na população Pira Ouro, dois ciclos de seleção massal na população Composto Híbrido e um ciclo de seleção massal na população Pira Rosa. Estimar os parâmetros genéticos, visando posterior seleção para resistência nas populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, através de progênies de meios ir-

mãos.

A avaliação da reação da cebola à doença foi feita com base no índice de sobrevivência e porcentagem de sobrevivência. Os ensaios foram realizados em Piracicaba, SP., na época mais favorável para expressão desta doença. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições, além do controle não inoculado. Duas testemunhas foram distribuídas sistematicamente em cada repetição, apenas para fins comparativos, sendo a cultivar Barreiro, como resistente e a cultivar Texas Grano como suscetível.

Para a estimação dos progressos genéticos obtidos com a seleção massal, utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quinze repetições, além do controle não inoculado.

Os coeficientes de variação genética, referentes à estimação dos parâmetros genéticos, indicam suficiente variabilidade para permitir progressos futuros. Os progressos genéticos esperados com a seleção entre progênies de meios irmãos foram estimados em 44,28%, 37,33%, 37,69% e 65,63% e a herdabilidade para o mencionado caráter, no sentido restrito, em 67,79%, 59,81%, 64,88% e 94%, respectivamente para as populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical.

A população Pira Ouro apresentou-se como uma

das mais promissoras com alto grau de resistência, associado a uma ampla base genética. A mortalidade de plantas desta população ocorre de maneira mais lenta do que a das outras populações, atrasando, com isso, o progresso da doença.

À vista dos resultados obtidos nos ensaios de avaliação das populações submetidas à seleção massal, observou-se que os progressos genéticos observados foram eficientes. A população Pira Ouro, apresentou um progresso de 90,98% com dois ciclos de seleção. A população Pira Rosa com somente um ciclo de seleção obteve um ganho da ordem de 27,06%. A população Composto Híbrido, com dois ciclos de seleção, sobressaiu-se com um ganho total de 109,56%. As gerações originais não selecionadas de cada uma destas populações, permaneceram em equilíbrio quanto à incidência de plantas resistentes.

MASS SELECTION AND HALF-SIB PROGENIES SELECTION IN ONION
(*Allium cepa* L.) FOR RESISTANCE TO *Colletotrichum*
gloeosporioides Penz. [Sensu ARX, 1957]

Itamar Soares de Melo

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa
- Adviser -

S U M M A R Y

Colletotrichum gloeosporioides Penz. [Sensu ARX, 1957], causal fungus of the disease called "*Mal das Sete Voltas*" in onion, occurs endemically at the main production areas of this vegetable crop in Brasil.

The research aimed: to study the efficiency and the observed genetic progress with two mass selection cycles for resistance to *C. gloeosporioides* in the population Pira Ouro; two mass selection cycles in the population "*Composto Híbrido*" and one mass selection cycles in the population Pira Rosa; to estimate the genetic parameters aiming posterior selection for resistance, in the populations Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa and Pira Tropical, through half-sib progenies.

The evaluation of onion reaction to the disease

was done based in survival index and survival percentage. The trials were carried out in Piracicaba, SP, in the most favorable season for disease expression. The experimental design was in randomized blocks, with three replications, besides of control not inoculated. Two checks, the cultivar Barreiro as resistant and the cultivar Texas Grano as susceptible, were distributed systematically in each replication with the purpose of comparison.

The experimental design of the trials for the estimation of observed genetic progresses with the mass selection, was in randomized blocks, with fifteen replications, besides of control not inoculated.

The trials refering to estimation of genetic parameters showed reasonable precision as judged by the coefficients of variation. Significant differences among progenies were detected. The genetic coefficients of variation for the character indicate enough genetic variability for further improvement. Expected progresses with the half-sib progenies selection for the first cycle, for one environment, of the order of 44,28%, 37,33%, 37,69% and 65,63% for Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa and Pira Tropical, respectively, are estimated. An estimate of the heritability was obtained, giving values of 67,99%, 59,81%, 64,88% and 94%

for those populations, respectively.

The Pira Ouro had a high average resistance with wide genetic variability. The disease progress, when analyzed by proportion of dead plants, was slower in this population.

Observed genetic progresses from mass selection for resistance to *C. gloeosporioides* in the populations Pira Ouro, Pira Rosa e Composto Híbrido were satisfactory. The population Pira Ouro presented a total progress of 90,98% with two cycles, the population Pira Rosa obtained a progress of 29,06% per cycle. Composto Híbrido had a total gain of 109,56% with two cycles. The frequency of resistant plants in the original not selected populations remained in equilibrium.

1. INTRODUÇÃO

O "Mal das Sete Voltas", causado por *Colletotrichum gloesporioides* Penz., situa-se como uma das enfermidades mais destrutivas e de ocorrência epidêmica nas principais áreas produtoras de cebola do Brasil. Deve-se salientar que essa doença é tipicamente brasileira e não ocorre em regiões ceboleiras de outros países. Em condições de campo a temperatura ótima para o progresso da doença encontra-se entre 24 a 29°C e alta umidade relativa, sendo, portanto, uma doença limitante da cultura de verão.

O quadro sintomatológico é bastante complexo, constituindo assim, uma síndrome, causada por sintomas múltiplos, os quais se manifestam diferentemente conforme o estágio da planta. O fungo causa tombamento em pré e pós-emergência e as mudas arrancadas apresentam escasso sistema radicular. No campo, as plantas infectadas apresentam enrolamento e dis-

torção das folhas, devido a ocorrência de crescimento irregular nas diferentes partes das mesmas; rigidez do pescoço, clorose, anomalias e apodrecimento de bulbos. A doença ocorre na forma de lesões foliares e também na inflorescência por ocasião da fase de florescimento da cebola, comprometendo, portanto, a produção de sementes.

A obtenção de cultivares resistentes a *C. gloeosporioides* é de primordial importância nos programas de melhoramento e o mais eficiente controle através de fungicidas sistêmicas, por ser o único meio químico viável, com o uso continuado, pode criar mutantes resistentes que reduzem a eficácia do fungicida.

A herança da resistência em cebola a *C. gloeosporioides* estudada por SILVA (1976) mostrou ser de natureza poligênica e aditiva. Existem vários métodos de melhoramento de populações que podem ser usados com o objetivo de conseguir progresso significativo na resistência às doenças. Todos esses métodos baseiam-se fundamentalmente na utilização dos efeitos genéticos aditivos, envolvendo também a recombinação dos melhores indivíduos das progênies, com base na avaliação genotípica e fenotípica. O objetivo principal é aumentar a frequência de alelos favoráveis e criar condições para a obtenção de linhagens superiores. A seleção massal em cebola por

ser feita antes do florescimento, para todos os caracteres impor tantes, faz com que os progressos genéticos esperados sejam maio res. Há contribuição dos dois sexos para o progresso genéti- co total esperado. Esta modalidade de seleção possui as van tagens de ter uma duração mínima do ciclo, oferecer oportuni- dade para máxima recombinação e permitir máximas intensidades de seleção (LONNQUIST, 1965). O melhoramento genético de po- pulação quando se trata de caracteres quantitativos, deve se basear no conhecimento de certos parâmetros genético-estatís- ticos, que possibilitam aumentar a eficiência do melhoramento da cebola para caracteres de planta e bulbo.

As herdabilidades, coeficientes de variação ge nética e variância genética aditiva constituem parâmetros ge- néticos que possibilitam estudos teóricos relativos à efi- ciência de diferentes esquemas seletivos, como a seleção mas sal, a seleção entre progênies e outros. A herdabilidade per mite caracterizar a parte genética existente na variação feno típica total de um caráter e é dependente da população estuda da, do sistema e da época de cultivo, e também dos locais con siderados.

O presente trabalho visou conhecer a estrutu ra genética das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical através da estimação de parâmetros genéticos,

utilizando-se de progênies de meios irmãos, com o objetivo de melhorar tais materiais para resistência ao "*Mal das Sete Voltas*". O trabalho também ^{Objetivo} consistiu ^{consiste} na condução de dois ciclos de seleção massal visando resistência ao mencionado patógeno na população Baia x Barreiro (denominada Pira Ouro), dois ciclos de seleção massal na população denominada Composto Híbrido e um ciclo de seleção massal na população Baia x Barreiro x Excel (denominada Pira Rosa). Nesse sentido, procurou-se:

- a) Avaliar progênies de meios irmãos em relação à sua reação a *C. gloeosporioides*;
- b) Estimar a variância genética aditiva (σ_A^2), o coeficiente de variação genética (C.V. gen.) e o coeficiente de herdabilidade ($\hat{h}^2$) do caráter nas populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical;
- c) Estimar o progresso genético esperado com a seleção entre progênies de meios irmãos;
- d) Determinar a eficiência e o progresso genético obtido com a seleção massal para resistência a *C. gloeosporioides* nas populações resultantes dos cruzamentos: Baia x Barreiro; Baia x Excel x Barreiro e no Composto Híbrido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Etiologia

Em 1940, Deslandes chamou atenção para uma devastadora moléstia da cebola (*Allium cepa* L.) que ocorria em culturas do Rio Grande do Sul, a qual ele denominou de "*Mal das Sete Voltas*", devido a curvatura pronunciada das folhas. Ainda Deslandes observou a enfermidade em Teresópolis, estado do Rio de Janeiro (1941) e em vários municípios mineiros (1942). O sintoma mais típico da doença era o alongamento das folhas, do cartucho (pescoço) e sua posterior tendência a se recurvar; clorose das folhas seguidas de um secamento progressivo a partir das pontas; formação de bulbos não comerciais e apodrecidos (DESLANDES, 1944). ROBBS e RIBEIRO (1966), também estudando a enfermidade, observaram outros sintomas como a sub-divisão dos bulbos, fato que não ocorre em cultivos sadios. O sistema radicular dos bulbos arrancados se apresentava reduzido e mesmo apodrecido na região central.

CAMPACCI (1961) estudou a ocorrência da doença denominada "*Cachorro Quente*" em diversas regiões do estado de São Paulo, principalmente as culturas chamadas de "*soqueira*". Segundo o autor essa doença ocorria em canteiros, prejudicando enormemente as sementeiras no campo, afetando a produção de bulbos e no armazém, depois dos bulbos restiados.

^t AQUINO e WANDERLEY (1966) descreveram pela primeira vez o "*Mal das Sete Voltas*" atacando cebola no Vale do São Francisco em Pernambuco. Os cebolicultores dessa área designaram essa doença de "*rola*", devido ao enrolamento típico, sendo epidêmica e causando sérios prejuízos à safra nordestina nos anos de 1960 a 1964.

Com o aparecimento dessa doença em caráter epidêmico nas diversas regiões produtoras dessa hortaliça no Brasil, voltaram os fitopatologistas a se ocuparem da etiologia dessa enfermidade.

Embora DESLANDES (1944) tenha aventado a hipótese de um vírus, "*Yellow Dwarf*", como o provável agente da enfermidade por ele estudada, registrou a presença de um fungo, *Colletotrichum* sp. atacando as plantas doentes; assim como atribuiu como causa do apodrecimento basal dos bulbos, fungos do gênero *Rhizoctonia* e bactérias do solo.

COSTA *et alii* (1966) descartam definitivamente a hipótese de ser um vírus o responsável pelo "*Mal das Sete Voltas*" como sugeriu DESLANDES (1944). COSTA *et alii* (1966), em inspeções efetuadas em Piedade, Estado de São Paulo, reportam dois quadros sintomatológicos distintos em plantios de ce bolas doentes: (1) indivíduos afetados, mostrando sintomas considerados semelhantes ou idênticos ao "*Mal das Sete Voltas*", constituídos de plantas cloróticas, com folhas mais alongadas que o normal e com tendência de enrolamento. Bulbos de tais plantas geralmente apresentam elongações anormais e têm a conformação de "*charuto*"; (2) o outro, constituído por plantas geralmente menores que o normal com mosaico verde ou leve mente amarelado em faixas ao longo das folhas. Os autores denominaram essa doença de "*mosaico em faixas*".

CAMPACCI (1961) foi o primeiro fitopatologista brasileiro a isolar e testar patogenicamente um isolado de *Colletotrichum* da cebola, conseguindo reproduzir os sintomas da doença, assim denominada de "*Cachorro-Quente*". Esse autor isolou um fungo pertencente ao gênero *Colletotrichum*. Uma cepa desse organismo foi remetida pelo autor aos Estados Unidos, onde o Dr. J.C. WALKER classificou o fungo como *Colletotrichum chardonianum* Nolla. Para determinar a patogenicidade desse fungo, CAMPACCI (1961) fez uma série de experiências incluindo inoculações na semente, no solo e em mudas. Concluiu seus es

tudos afirmando que o "*Cachorro Quente*" é uma doença ocasionada pelo fungo *Colletotrichum chardonianum* Nolla.

LUZ e FONSECA (1964) afirmaram ser o fungo *Colletotrichum* sp. o agente causal da doença "*Mal das Sete Voltas*", pois esta era uma consequência do ataque pelo agente da antracnose.

¹Em materiais de cebola afetados pelo "*Mal das Sete Voltas*", coletados nos municípios de Cabrobó e Belém do São Francisco, AQUINO e WANDERLEY(1966) isolaram diversos fungos entre eles: *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* sp. causando manchas e queima das folhas. Ao lado desses patógenos, em 90% das plantas amostradas foram encontrados fungos do gênero *Colletotrichum*. As culturas que se mostraram patogênicas nos testes realizados foram enviadas a Holanda e identificadas pelo Central Bureau Voor Schimmelcultures, como sendo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Na mesma oportunidade um isolado de *Colletotrichum chardonianum* Nolla de material afetado com "*Cachorro Quente*" foi classificado por essa instituição holandesa como sendo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Realmente ARX (1957) considera essas duas espécies como sinônimos, pois em sua revisão taxonômica sobre fungos do gênero *Colletotrichum*, amalgou mais de 600 espécies dentro de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, admitindo inclusive algumas for

mas especializadas, como *Colletotrichum lindemuthianum*, *Colletotrichum gossypii*, etc.¹

Tem-se relatado a ocorrência de *Colletotrichum chardonianum* Nolla e *Colletotrichum avena* causando lesões foliares em cebola na Itália e em Porto Rico (CHUPP e SHERF, 1960).

Nos Estados Unidos ocorre o fungo *Colletotrichum circinans* provocando podridões de bulbos de cebolas (RIEMANN, 1931; CLARK *et alii*, 1944; WALKER, 1952). Esse fungo foi considerado por DESLANDES (1944) como o agente da Antracnose da cebola branca. O autor ressalta que erroneamente se atribui a essa espécie todas as formas de antracnose que ocorre em cebola. Na realidade, essa espécie é muito menos nociva sendo encontrada na parte das plantas desprovidas de clorofila.

O *Colletotrichum gloeosporioides* difere do *Colletotrichum circinans* quanto a morfologia e patogênese. Um fato que reforça essa afirmação, é que, variedades de cebola de bulbos coloridos são resistentes a *Colletotrichum circinans*. São resistentes porque contêm catecol e ácido protocatecônico, substâncias que são venenosas para os esporos do fungo. Um único gene recessivo na condição homozigóti

ca produz a cor e as substâncias fungistáticas ao mesmo tempo (STEBBINS, 1974). Segundo MINUSSI (1974) a patogênese do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* independe da coloração de bulbos uma vez que este fungo foi isolado a partir de bulbos roxos.

Quanto à morfologia, os esporos de *C. circinans* são fusiformes, unicelulares, hialinos ou levemente coloridos, algumas vezes curvos e obtusos no ápice dos esporos. Os esporos de *C. gloeosporioides* apesar de serem também hialinos e unicelulares são ovóides e oblongos, algumas vezes curvos (BARNETT e HUNTER, 1972).

ROBBS e RIBEIRO (1966) descartaram a possibilidade de que o *C. gloeosporioides* seja o agente causal do "Mas das Sete Voltas", conseguindo reproduzir sintomas típicos dessa doença com isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*.

ROBBS e RIBEIRO (1966) visitando em julho de 1965 cebolas do Sub-médio São Francisco, Pernambuco, fizeram as seguintes observações: (a) a existência de grandes plantações de cebolas atacadas pelo "Mal das Sete Voltas" sem a presença do fungo *C. gloeosporioides* e (b) ocorrências de sintomas de antracnose nas folhas associados com a presença do

fungo *C. gloeosporioides* sem necessariamente haver sintomas típicos do "*Mal das Sete Voltas*". Após uma série de experiências realizadas em laboratório chegaram a conclusão que o fungo *Fusarium oxysporium* f.sp. *cepae* é o agente do "*Mal das Sete Voltas*", embora em algumas áreas esteja associado à *C. gloeosporioides*.

A inoculação de filtrado estéril de culturas de *Fusarium* provocou sintomas idênticos aos causados por inoculação com o patógeno (ROBBS *et alii*, 1972). Pôde-se também observar nas placas em que foram cultivadas o fungo *Fusarium*, algumas colônias de *Aspergillus niger*. Assim, ROBBS *et alii* (1972) realizaram inoculações com subculturas purificadas de *A. niger*, pelo processo de imersão de raízes em suspensão de esporos, induzindo sintomas, tais como: retorcimento de folhas e paralização do desenvolvimento das mudas, mas que segundo ROBBS *et alii* (1972) não são sintomas característicos do "*Mal das Sete Voltas*". O fungo *A. niger* v. Tiegh., é conhecido como um parasito secundário que causa o apodrecimento de bulbos em armazenagem e comércio.

AQUINO e WANDERLEY (1973) apresentaram os resultados de um estudo comparativo dos sintomas causados por inoculações artificiais de vários isolados de *Fusarium* e *Colle*

totrichum gloeosporioides em cebola. Inoculações com *C. gloeosporioides* provocaram consistentemente enfezamento, clorose geral, redução do crescimento de plantas, enrolamento da parte aérea e bulbos com podridões basais, indiferente dos métodos de inoculação empregados. Os efeitos dos isolados de *Fusarium* testados provocaram menor incidência de mortalidade, fato que foi explicado pela fraca agressividade dos isolados testados. Posteriormente AQUINO *et alii* (1973) estudaram a incidência do fungo *Fusarium* em bulbos de cebola na região do Sub-médio São Francisco. Durante o desenvolvimento das pesquisas os autores constataram a ocorrência de *C. gloeosporioides* causando o "Mal das Sete Voltas" em todas plantações irrigadas. Assim, com maior ou menor intensidade foi encontrado o *C. gloeosporioides* Penz causando sintomas semelhantes da enfermidade.

Ainda com relação à etiologia da doença, PONTE e VASCONCELOS (1970) identificaram um fungo do gênero *Fusarium* como agente causal de enfermidade em tudo similar ao "Mal das Sete Voltas", ocorrendo sobre a cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) no Vale do Curu, Estado do Ceará.

Embora, tanto o *Colletotrichum gloeosporioides*, como o *Fusarium oxysporium* f. *cepa*e sejam patógenos à cebola, ambos diferem quanto ao quadro sintomático.

matológico típico do "*Mal das Sete Voltas*". *C. gloeosporioides* causa lesões típicas de antracnose nas folhas a partir de inoculações foliares. Em infestações de solo, causa enfezamento das plantas, clorose, enrodilhamento das folhas centrais, apodrecimento basal das plantas ou dos bulbos e posterior morte. (AQUINO e WANDERLEY, 1966; AQUINO *et alii*, 1973; ROBBS e RIBEIRO, 1966). *Fusarium oxysporium* f. *cepae*, por ser um fungo de solo, quando este é infestado, ele é patogênico a cebola (ROBBS e RIBEIRO, 1966; ROBBS *et alii*, 1972 e AQUINO e WANDERLEY, 1973).

Através dos estudos feitos por KEHR *et alii* (1962) sobre a patogenicidade de *Fusarium oxysporium* f. *cepae*, evidencia-se que os sintomas provocados por tal fungo não correspondem àqueles típicos do "*Mal das Sete Voltas*".

Em pesquisas recentes para provar a especialização fisiológica do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (SENSU ARX, 1957), em cebola, BAJUNGU (1979) examinou através de caracterização patogênica, fisiológica e serológica a nomemclatura e posição taxonômica do agente causal do "*Mal das Sete Voltas*". De acordo com os resultados obtidos foi considerado correto estabelecer a forma *specialis* de *Colletotrichum gloeosporioides* (SENSU ARX, 1957) f. sp. *cepae*.

2.2. Resistência varietal e herança da reação de resistência a *C. gloeosporioides* Penz em cebola (*Allium cepa*, L.)

No sentido de encontrar fontes de resistência a *C. gloeosporioides* em cebola, COSTA *et alii* (1974) inocularam vinte cultivares de cebola em condições de casa de vegetação na fase juvenil com um isolado de *C. gloeosporioides* proveniente de Belém do São Francisco, PE. Em dois ensaios, o potencial de inóculo usado foi de $1,5 \times 10^3$ e $1,5 \times 10^6$ esporos/ml. O critério de avaliação da resistência no primeiro ensaio foi feito visualmente, classificando-se como resistentes às cultivares Barreiro e Vermelhinha do São Francisco (*Allium cepa* var. *aggregatum* L.). No segundo ensaio as cultivares foram classificadas de acordo com a porcentagem de plantas resistentes trinta dias após a inoculação em plantas com quinze dias de idade. A cultivar Texas Grano 502, foi a mais suscetível, em contraposição à cultivar Barreiro e ao híbrido F₁ Baia x Barreiro. A cultivar Baia Periforme Precoce Piracicaba apresentou variabilidade genética para resistência a *C. gloeosporioides*.

COSTA *et alii* (1975) estudaram o comportamento de nove cultivares de cebola ao *C. gloeosporioides* em condições de campo. Os estudos foram conduzidos na Estação Experimental de Jatinã, em Belém do São Francisco, PE, em dois sis-

temas de plantio: em leirões, com irrigação por infiltração e em quadros irrigados por inundação. O fungo foi inoculado por meio de pulverizações nas folhas, e o potencial de inóculo de 1×10^6 esporos/ml. Os resultados apontaram as cultivares Barreiro, Roxinha de Belém (*Allium cepa* var. *aggregatum* L.) e o híbrido F₁ Baia x Barreiro como os germoplasmas mais resistentes, enquanto as cultivares Texas Grano 502 e Red Creole sobressaíram-se como as mais suscetíveis.

SILVA (1976) realizou uma série de pesquisas visando esclarecer a metodologia ideal para caracterizar a reação do hospedeiro e fontes de resistência de cebola a *C. gloeosporioides*.

A reação do hospedeiro foi caracterizada com base no índice de sobrevivência, expresso pelo número de dias de sobrevivência de plantas em solo infestado. A concentração de inóculo de 1×10^6 conídios/ml e a idade de plantas de 15 dias foram mais adequadas para discriminar resistência e suscetibilidade das cultivares de cebola. Entre trinta e sete cultivares avaliadas, Barreiro, uma cultivar local, foi a mais resistente, enquanto que a espécie *Allium porrum* L. representada por três cultivares mostrou-se imune ao fungo. Vale salientar que não houve imunidade em nenhuma das trinta e sete cultivares de cebola avaliadas, porém níveis de resis-

tência. As variedades comerciais plantadas em regiões ceboleiras do Brasil tais como: Texas Ganeo 502, Excel, Red Creole e os híbridos Granex e Ringer Grano que são originados a partir de linhagens provenientes das cultivares Texas Grano e Excel, mostraram extrema suscetibilidade a *C. gloeosporioides*. Estes dados confirmam os resultados obtidos por COSTA (1974 e 1975).

A herança da reação de resistência da cebola ao *C. gloeosporioides* foi estudada por SILVA (1976). Com base no cruzamento Baia x Barreiro, o híbrido F₁ e gerações segregantes constituíram um grupo intermediário entre as duas populações parentais em relação ao *C. gloeosporioides*. A herança é de natureza poligênica e o controle genético da resistência, quando analisado pela porcentagem de sobrevivência de plantas e índice de sobrevivência, mostrou ser tipicamente aditivo. A magnitude da variância aditiva da resistência a *C. gloeosporioides* em cebola, sugere a utilização de métodos simples de seleção que devem possibilitar ganhos genéticos rápidos.¹

Devido à patogenicidade de *C. gloeosporioides* ter diferido quanto a níveis de agressividade, a resistência da cebola satisfaz os requisitos para ser interpretada como resistência horizontal. Segundo VAN DER PLANK (1968) raças e

variedades que não apresentam interação diferencial significativa são chamadas de raças agressivas e variedades com resistência horizontal.

2.3. Métodos de melhoramento para obtenção de cultivares resistentes

O conhecimento de dois fenômenos estreitamente relacionados, as variações na patogenicidade dos organismos parasíticos e as diferenças dentro das espécies hospedeiras na resistência às doenças infecciosas, é básico para o planejamento inteligente dos programas de melhoramento delineados para a obtenção de variedades resistentes às doenças. A consideração de cada um destes temas com certo detalhe é, portanto, essencial para estudar, depois, o melhoramento genético para resistência às doenças com conhecimento e perspicácia (ALLARD, 1960).

Os métodos de melhoramento aplicados na cebola visando resistência às doenças não diferem fundamentalmente do melhoramento para qualquer outro caráter. Os métodos mais adequados usados para o melhoramento de uma doença particular dependerá largamente do tipo de reprodução da planta hospedeira relacionada; se é autógama ou alógama. VAN DER PLANK (1968)

menção que as plantas alógamas têm geralmente menos problemas fitossanitários do que as plantas autógamas. Provavelmente nas alógamas os métodos de seleção permitem maior recombinação gênica, favorecendo a acumulação de poligenes de resistência horizontal.

Em culturas de polinização cruzada como a cebola, o método mais comum de melhoramento para resistência é a seleção massal, na qual plantas individuais são selecionadas para resistência, onde são depois intercruzadas para produzir sementes para a próxima geração. O objetivo é conseguir uma maior proporção de plantas resistentes em cada geração. Quando a seleção massal é praticada para caracteres que antecedem o florescimento, ela é denominada de seleção recorrente fenotípica, aproveitando assim, toda a variância genética aditiva. A seleção contínua, mas moderada com frequente recombinação permite seleção simultânea para outros caracteres, incluindo resistência a outras doenças. //

Para a doença raiz-rosada causada pelo fungo *Pyrenochaeta terrestris* (HANSEN) GORENZ, WALKER e LARSON, GORENZ *et alii* (1949) obtiveram através de seleção massal dentro do cultivar Yellow Bermuda, a cultivar Excel, resistente à raiz-rosada. PERRY *et alii* (1964) conseguiram através do método de seleção massal em condições de infecção natural de

campo, obter variedades de cebola de dias curtos resistentes à raiz-rosada como Eclipse e Early Crystal 281, para as condições do sudoeste norte americano.

O míldio causado pelo fungo *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. é uma doença cosmopolita e o melhoramento para resistência é feito em condições epidêmicas de campo, através da seleção natural e eliminação dos genótipos suscetíveis. Assim Jones *et alii* (1949) citados por COSTA (1978) obtiveram através de hibridação a variedade Calred, resultante do cruzamento intervarietal da Italian Red 13-53 (resistente) com a Lord Howe Island (suscetível), ambas de dias longos.

Quanto à *Colletotrichum gloeosporioides*, Penz., estão sendo desenvolvidos em Piracicaba, S.P. trabalhos visando a obtenção de variedades resistentes. Deve-se frisar que não existe nenhuma variedade comercial completamente imune à doença, e sim, altos níveis de resistência como na cultivar Barreiro. Segundo VAN DER PLANK (1968) resistência é parcial e relativa, enquanto imunidade é completa e absoluta. Por ser de natureza poligênica a resistência da cebola à *C. gloeosporioides*, vários são os mecanismos envolvidos em tal caráter. A cerosidade foliar é provavelmente um dos mecanismos envolvido na resistência dessa hortaliça. Outros mecanismos podem ser observados pelo quadro sintomatológico do "Mal das Sete Vol

tas": damping-off, estiolamento em plântulas, apodrecimento do sistema radicular em plantas mais desenvolvidas, lesões foliares, rigidez do pescoço e enroscamento das folhas. O fungo causa também lesões nas umbelas por ocasião da fase de florescimento.

2.4. Componentes da variação genética e coeficiente de herdabilidade

As estimativas da variância genética e a herdabilidade constituem parâmetros fundamentais em um programa de melhoramento.

A presença de variabilidade genética é condição necessária para o progresso no melhoramento, podendo-se dizer que o método de seleção a ser utilizado é função da variabilidade. Esse fato destaca a importância dos parâmetros genéticos nos programas de melhoramento. O conhecimento da estrutura genética das populações, através dos parâmetros genéticos, permitiu fundamentar os trabalhos de melhoramento em bases mais sólidas à criação de novos métodos.

Há métodos de seleção relativamente simples e

que são eficientes para selecionar efeitos genéticos aditivos. Entre esses está a seleção massal, que possui as vantagens de ter uma duração mínima do ciclo, oferecer oportunidade para máxima recombinação e permitir máximas intensidades de seleção (LONNQUIST, 1965).

Na cebola os progressos genéticos esperados são maiores com a seleção massal, porque esta é feita antes do florescimento, para todos os caracteres importantes. Há contribuição dos dois sexos para o progresso genético total esperado. A seleção de progênies de meios irmãos em cebola não tem sido relatada na literatura, assim como são poucos os trabalhos sobre estimativas de parâmetros genéticos de caracteres de cebola usando progênies de meios irmãos.

No entanto, a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos tem sido extensivamente utilizada com sucesso em outras espécies alógamas (PATERNIANI, 1968); DIAS *et alii*, 1971 e outros).

A herdabilidade para alguns caracteres quantitativos de cebola como índice de formato de bulbo, isto é, a relação entre altura e diâmetro, teor de sólidos solúveis no bulbo, peso de bulbo e produção foi estimada por alguns autores através de regressão entre progenitores e respectivos pro

gênes e usando componentes da variância (McCOLLUM, 1968; NAKAMURA, 1959; BUSO, 1978 e outros). Convém ressaltar que a herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas de uma população e do ambiente ao qual os indivíduos estão sujeitos (FALCONER, 1964).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local de Investigação

O presente trabalho foi realizado a partir de dados obtidos em experimentos executados no laboratório e no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, S.P., latitude de $22^{\circ}42'30''$ S.

3.2. Isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz

O isolado foi obtido a partir de folhas com lesões típicos da doença, resultantes de infecção natural. Segmentos de folhas com lesões foram desinfectadas numa solução contendo três partes de água e uma parte de hipoclorito de sódio a 5,2% e transferidos para placas de Petri contendo Ágar-Água. Após 48 horas, pontas de hifas eram transferidas para placas contendo BDA (Batata, 200 g; Dextrose, 12 g; Ágar, 18 g;

Água, 1000 ml e 10 ppm do antibiótico Agri-mycin 100, em presença de luz contínua e temperatura ambiente.

3.3. Preparo do Inóculo

O inóculo foi preparado a partir de suspensões de esporos do patógeno obtidos em meio de BDA e semeadas em meio de Aveia-Ágar (farinha de aveia Quaker, 60 g; Ágar, 12 g; Água, 1.000 ml). As placas de Petri foram mantidas sob regime de luz contínua (lâmpada fluorescente de 20 W) e temperatura ambiente, por quatorze dias.

No preparo das suspensões conidiais foram adicionados 20 ml de água esterilizada a cada placa e, em seguida, feita a raspagem superficial da colônia com auxílio de pincel, para promover a liberação dos conídios. Após a filtração da suspensão conidial, a concentração foi determinada em hemacitômetro tipo Neubauer e, através de diluição em água esterilizada, ajustada para 1×10^6 conídios/ml. Para cada litro da suspensão conidial foi adicionado 0,1 ml do espalhante adesivo Tween-20.

3.4. Técnica de Inoculação

As inoculações foram feitas através da pulverização das suspensões conidiais, por meio de um pulverizador costal, marca JACTO, com capacidade de 20 litros. Em seguida à inoculação, as plantas foram mantidas por 48 horas em câmara úmida.

3.5. Práticas culturais

O substrato utilizado nos experimentos constituiu-se de uma mistura de três partes de terra roxa peneirada e uma parte de esterco, que foi autoclavada por duas horas, a uma atmosfera de pressão. A mistura previamente esterilizada foi colocada em vasos de polietileno, com 10 cm de diâmetro, onde procedeu-se a semeadura.

Foram efetuadas duas irrigações por dia e adubações com uma solução na base de 3 g/litro da fórmula 15-15-20 mais micronutrientes, aplicando-se em intervalos de 15 dias.

3.6. Critérios de avaliação da reação do hospedeiro

A reação do hospedeiro foi avaliada pelo índice de sobrevivência, baseado no critério de ACOSTA *et alii*, (1964), para a doença murcha bacteriana do tomateiro e pela porcentagem de sobrevivência, que consiste na contagem acumulativa de plantas mortas após a inoculação.

O índice de sobrevivência (IS) expressa o número de dias de sobrevivência das plantas inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., cuja fórmula é a seguinte:

$$IS = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}{n}$$

onde:

n_i = número de plantas mortas na data t_i de avaliação;

t_i = número de dias a partir da inoculação até a avaliação;

n = número de plantas antes da inoculação.

3.7. Origem e características das populações de cebola utilizadas

O material avaliado, descrito a seguir, corresponde

ponde a um conjunto de populações sintetizadas pelo Setor de Melhoramento de Hortalças do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

Pira Ouro - Obtida originalmente do cruzamento de plantas macho estéril de Baia Periforme com a cultivar Barreiro, encontrando-se atualmente na oitava geração após a hibridação. As populações segregantes foram selecionadas para bulbos de coloração amarelo, formato globular e maturação intermediária entre os progenitores. É adaptada para cultura de inverno e verão. Segrega para resistência à "*raiz rosada*".

Pira Tropical - Originária por seleção massal durante três ciclos a partir da população F₂ (Baia do Cedro x Cojumatlan). Apresenta bulbos de coloração amarela, porém ainda segregando para cor, e tendo duas seleções distintas para formato, achatado e redondo. É adaptada para cultura de verão e apresenta resistência à "*raiz rosada*".

Pira Lopes - Cultivar obtida originalmente pelo intercruzamento de plantas dos seguintes híbridos intervarietais: Baia Periforme Precoce Piracicaba selecionada para bulbinho, como linha A e cruzada com Barreiro, com Texas Grano, com Eclipse e com Red Creole. Após o intercruzamento dos qua

tro F_1 constituiu-se numa única população, que foi selecionada por quatro gerações para bulbos de coloração amarela, formato arredondado e apresenta conservação superior à cultivar Baia Periforme.

Pira Rosa - Originária de cruzamentos entre Baia Periforme x Excel x Barreiro. Apresenta predominantemente bulbos de formato achatado e de coloração roxa (clara), porém ainda segregando para ambas características.

Composto Híbrido - É um composto de base genética ampla, resultante do intercruzamento das populações Pira Ouro, Pira Rosa, Pira Dura, Pira Tropical, Pira Dias e Pirana. Após o intercruzamento foram feitas duas gerações de seleção massal para as condições da cultura de verão. Apresenta ainda ampla variabilidade para características de coloração, formato, maturidade e reação às doenças "*Mal das Sete Voltas*" e "*Raiz-Rosada*".

Como padrões referências de reações de resistência e suscetibilidade a *C. gloeosporioides* foram utilizadas duas cultivares que serão a seguir caracterizadas:

Barreiro - Cultivada há várias décadas por cebolicultores do Estado de Minas Gerais, onde especula-se que

sua origem seja italiana. Pertence ao grupo de cebola de dias curtos, porém, com maturação tardia. Apresenta bulbos de formato esférico ou globular, película arroxeadada e sabor picante. Resistente ao "*Mal das Sete Voltas*" e à queima de Alternária (*Alternaria porri* (Ell.) Clif.) e suscetível à raiz rosada (*Pyrenochaeta terrestris* (Hans) GORENZ, J.C., WALKER, LARSON).

Texas Grano - Variedade originária do germoplasma Babosa da Espanha, selecionada e introduzida pela Texas Agr. Sta. em 1944. Adaptada as condições do sul do Texas, na cultura de inverno. Bulbos grandes, formato de pião, película externa amarelo-palha e sabor suave. Resistente ao florescimento prematuro, a trips e suscetível ao "*Mal das Sete Voltas*", à queima de Alternária e à "*Raiz-Rosada*".

3.8. Obtenção das progênes de meios irmãos

Para a obtenção das progênes de meios irmãos utilizou-se das populações F₈ Baia x Barreiro (denominada a partir dessa geração de "*Pira Ouro*"), F₆ Baia x Excel x Barreiro (denominada Pira Rosa), F₈ Composto de intercruzamento de híbridos (denominada Pira Lopes) e F₅ Baia do Cedo x Cojumatlan (denominada Pira Tropical). Os bulbos de cebola de cada população, previamente tratados com fungicida benlate e ver

nalizadas na câmara frigorífica para indução ao florescimento, foram plantados em campos isolados no Departamento de Genética, para a obtenção das progênes de meios irmãos. A seleção ocorreu no ano de 1980, no esquema de cultivo de bulbinho e, após várias inoculações sucessivas, houve epidemia e o critério seletivo para resistência ao "*Mal das Sete Voltas*" foi a sobrevivência de plantas até a fase pós-colheita. As sementes de cada umbela foram mantidas separadas, de modo a preservar a individualidade das progênes selecionadas.

Nesse trabalho um ciclo de seleção se completará em dois anos, porquanto no primeiro ano foi praticada apenas a avaliação e seleção "*entre*" progênes, sendo que a seleção "*dentro*" será levada a efeito no ano seguinte, por ocasião da recombinação das progênes selecionadas, utilizando-se, para tanto, das sementes remanescentes.

As populações submetidas à seleção massal foram: Pira Ouro (Baia x Barreiro), Pira Rosa (Baia x Excel x Barreiro) e a população denominada "*Composto Híbrido*", oriunda originalmente do intercruzamento de inúmeras populações da série Pira de cebola. Assim, para efeito do experimento II concernente a avaliação das gerações e estimação dos progressos obtidos com os respectivos ciclos de seleção massal, estas po

populações serão chamadas de acordo com as cultivares que as deram origem, como: Baia x Barreiro e Baia x Excel x Barreiro.

3.9. Experimento I - Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos

Para o presente estudo utilizaram-se respectivamente 154, 121, 32 e 32 progênies de meios irmãos das seguintes populações: Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical.

A semeadura das populações Pira Ouro e Pira Tropical deu-se em 23/01/82 e das famílias das populações Pira Lopes e Pira Rosa, em 24/01/82. A inoculação foi feita trinta dias após a semeadura, ou seja, no dia 22/02/82 para aquelas e no dia 23/02/82 para estas. As plantas assim inoculadas, foram deixadas em condições de câmara úmida (cobertura de plástico transparente) durante 48 horas.

Utilizou-se para cada população o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições; além do controle não inoculado para detectar possíveis contaminações. As progênies constituíram as parcelas, que foram representadas cada uma por um vaso, com um número de plantas que variou de 10 a 33,

contados antes da inoculação. Para fins comparativos foram incluidos em cada repetição as cultivares Barreiro e Texas Grano como padrões referenciais de resistência e suscetibilidade respectivamente, segundo evidências obtidas por COSTA *et alii* (1974) e SILVA (1976).

Durante todo o transcurso desse ensaio, os vasos permaneceram no campo experimental do Departamento de Genética, onde as temperaturas médias mensais variaram de 23,2 a 25,4°C e a umidade relativa do ar, de 77,7 a 83,7%. Para melhor visualização, a Figura 1 apresenta as temperaturas e umidade relativa do ar registradas em intervalos de 10 dias. (Dados fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP).

A avaliação da reação do hospedeiro foi baseada no Índice de sobrevivência. Assim, efetuaram-se avaliações de plantas mortas em intervalos de sete dias a partir do 12º dia após a inoculação, totalizando num período de trinta e três dias.

Em função dos resultados, foram escolhidas as melhores progênies, praticando-se uma intensidade de seleção da ordem de 20%. Esta etapa constituiu a seleção entre progênies de meios irmãos. A seleção dentro será feita usan-

do-se as sementes remanescentes das progênies selecionadas. Esse método de seleção aproveita essencialmente a variância genética aditiva, permitindo uma boa avaliação das progênies testadas.

3.10. Experimento II - Avaliação das populações de Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido e ganho genético obtido através dos ciclos de seleção massal

Avaliaram-se as gerações F_1 , F_2 , F_5 , F_6 , F_7 e F_8 do cruzamento Baia Periforme com Barreiro, gerações F_3 , F_4 , F_5 e F_6 de Baia Periforme com Barreiro e com Excel e gerações F_4 , F_5 , F_6 , F_7 e F_8 da população denominada "*Composto Híbrido*".

Foram submetidas à seleção massal para resistência a *Colletotrichum gloeosporioides*, as gerações F_7 e F_8 de Baia x Barreiro; F_7 e F_8 do Composto Híbrido e somente a geração F_6 de Baia x Excel x Barreiro.

A semeadura feita em vasos de polietileno com 10 cm de diâmetro, deu-se em 21/12/82. Antes da inoculação,

vinte dias após a semeadura, procedeu-se a contagem das plantas, deixando-se 25 plantas por parcela. A concentração de inóculo foi de 1×10^6 esporos/ml e a técnica de inoculação foi a mesma descrita para o experimento anterior. As temperaturas e a umidade relativa do ar registradas durante o decorrer do experimento constam da Figura 1.

O critério de avaliação da reação do hospedeiro foi a porcentagem de sobrevivência. Efetuaram-se contagens acumulativas de plantas mortas durante trinta dias após a inoculação.

O delineamento experimental para cada uma das três populações foi de blocos ao acaso com quinze repetições além da testemunha não inoculada.

3.11. Análise dos experimentos e estimativa dos parâmetros genéticos

Nas análises da variância, dados obtidos em Índice de sobrevivência foram transformados em $\sqrt{x}$ e dados obtidos em porcentagens em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$, de acordo com o procedimento preconizado por SNEDECOR e COCHRAN (1973).

A comparação das médias das respectivas gerações das populações Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido foi feita pelo teste de Tukey, de acordo com PIMENTEL GOMES (1973).

As análises da variância das progênies, para o caráter avaliado ao nível de média de parcelas, foram feitas considerando-se somente um local. As testemunhas não foram incluídas nas análises, uma vez que não fazem parte integrante do delineamento empregado. O modelo da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios, está apresentado na Tabela 1.

Cada componente dos quadrados médios foi estimado do seguinte modo:

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q'_2 - Q'_1}{r}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q'_2$$

onde:

$\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância entre progênies de meios irmãos, ao nível de parcelas.

De acordo com essa metodologia, a $\hat{\sigma}_p^2$ é igual a 1/4 da $\hat{\sigma}_A^2$ (FALCONER, 1964), sendo a $\hat{\sigma}_A^2$ a es-

timativa da variância genética aditiva do caráter considerado, ao nível de média de parcelas. Assim, com a $\hat{\sigma}_A^2$ permite-se calcular o progresso genético esperado e a herdabilidade (h^2).

Pela determinação da variância entre progênies, calculou-se o coeficiente de variação genética, por meio da fórmula:

$$C.V. \text{ gen.} = \frac{\hat{\sigma}_p^2 \times 100}{\bar{X}}$$

onde:

$\bar{X}$ = média da população.

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados, como sendo a relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (VELLO e VENCovsky, 1974), como segue:

$$\hat{h}^2 = \frac{1/4 \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r}}$$

onde:

$\hat{\sigma}_A^2$ = variância genética aditiva presente, ao nível de parcelas;

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro entre parcelas;

r = é o número de repetições.

O progresso genético esperado com a seleção (ΔG) foi estimado considerando-se a contribuição da seleção praticada entre médias de progênie de meios irmãos, para um local, como segue:

$$\hat{\Delta G} = i \frac{1/4 \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r}}}$$

onde:

i = coeficiente associado à intensidade de seleção entre famílias (20% no caso).

O valor de " i " depende da porcentagem de famílias selecionadas e foi calculado através das Tabelas de FISCHER e YATES (1943), sendo os coeficientes de 1,39, 1,40, 1,43 e 1,43 correspondentes respectivamente a uma intensidade de seleção de 20% das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical.

Para a estimativa do progresso genético observado em dois ciclos de seleção massal na população Baia x Barreiro e dois ciclos no Composto Híbrido, fez-se análise de regressão, utilizando os graus de resistências médias de cada ciclo, expressas em relação ao ciclo original, que foi obtido através da média ponderada das gerações antecedente ao pri

meiro ciclo de seleção massal, Assim, o coeficiente de regressão e a equação da reta para Baia x Barreiro e Composto Híbrido, foram obtidos, segundo STEEL e TORRIE (1960), como segue:

$$b = \frac{\sum X.Y}{\sum X^2} \text{ e } Y = a + bX$$

onde:

b = coeficiente de regressão;

X = ciclos de seleção;

Y = resistência média de cada ciclo;

a = interseção da linha de regressão com a ordenada.

A caracterização epidemiológica da doença "*Mal das Sete Voltas*" referente ao experimento I foi feita transformando a proporção de plantas mortas das progênies de meios irmãos em $\log_e \frac{1}{1-X}$, segundo VAN DER PLANK (1963). Tal transformação baseou-se no fato de que, quando o fungo foi inoculado, houve epidemia e a doença assim, se caracteriza por ser de ciclo primário, cujo modelo matemático tem por objetivo representar a cinética de crescimento da enfermidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento I - Avaliação das progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical

4.1.1. Análise da variância

Os resultados das análises da variância para o caráter resistência a *C. gloeosporioides*, referentes aos ensaios com as progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, estão sumarizados na Tabela 2. A apreciação desses resultados evidencia diferença entre as progênies, pois o teste F revelou significância ao nível de 1% de probabilidade para todos os tratamentos das quatro populações.

Os coeficientes de variação experimental mostrados na Tabela 2, são classificados como baixos e médios, conforme PIMENTEL GOMES (1973). Eles oscilaram de 7,31%,

10,68%, 12,09% e 12,92% para as populações Pira Tropical, Pira Ouro, Pira Rosa e Pira Lopes, respectivamente. Essas magnitudes dos coeficientes de variação obtidas no presente trabalho indicaram uma boa precisão dos dados para o caráter estudado.

As resistências médias da testemunha Barreiro foram, consistentemente, maiores que as resistências das progênies nas quatro populações. Com relação à testemunha suscetível, as progênies tiveram maior resistência média (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Deve-se salientar que a testemunha resistente, a cultivar Barreiro, apresentou elevada resistência ao "*Mal das Sete Voltas*", situando-se atualmente como a cultivar mais empregada em programas de melhoramento para introduzir resistência nos materiais ora suscetíveis. Isso se deve provavelmente a eficiente pressão de seleção na região original de cultivo da variedade Barreiro em Belo Horizonte, onde a doença é endêmica por várias décadas.

As resistências médias de progênies, suas amplitudes, amostras selecionadas, resistência em relação às testemunhas resistente e suscetível bem como em relação à média do grupo são apresentadas nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 para as populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, respectivamente. Assim, pode-se visualizar que a resistência mé

dia das 154 progênies e da amostra selecionada da população Pira Ouro foram de 19,18 e 24,71 dias de sobrevivência, respectivamente. As testemunhas resistente e suscetível tiveram 27,96 e 13,16 dias de sobrevivência, respectivamente. Desse modo, a resistência das progênies selecionadas é inferior em 11,62% à testemunha resistente e superior em 28,8% à média do grupo, indicando que tal população apresenta resistência à *C. gloeosporioides*, comparativamente boa em relação à cultivar Barreiro. Essa maior resistência, deve-se à origem da população Pira Ouro, a qual é oriunda originalmente do cruzamento de Baia com Barreiro, onde esta carrega genes para resistência ao patógeno.

As resistências médias das progênies de Pira Lopes e da amostra selecionada foram de 14,59 e 20,14 dias de sobrevivência, respectivamente; inferiores, no entanto às progênies da população Pira Ouro. Também aqui é decorrente da origem da Pira Lopes, que é oriunda originalmente do intercruzamento de híbridos intervarietais, onde foram envolvidos as cultivares extremamente suscetíveis como, Texas Grano e Red Creole, embora, entre na sua formação a cultivar Barreiro. A resistência das progênies selecionadas é inferior em 27,58% à testemunha resistente, e superior em 38% à média do grupo. As progênies dessa população apresentaram uma resistência relativamente boa, quando foram comparadas com a cultivar Texas Grano, que apresentou 8,73 dias de sobrevivência.

As médias das progênies da população Pira Rosa (12,05 dias de sobrevivência) e da amostra selecionada (16,07 dias de sobrevivência) foram consistentemente menores que as médias das outras três populações. A resistência das progênies selecionadas é inferior em 43,50% à testemunha resistente e superior em 33,4% à média do grupo (Tabela 5). Apesar da população Pira Rosa não ser tão resistente quanto as outras, através do índice de sobrevivência, ela é 52,53% mais resistente do que a testemunha suscetível. Isto é de se esperar, dado a origem da população, que é oriunda originalmente do cruzamento entre as variedades Baia x Excel x Barreiro. A variedade Excel é extremamente suscetível a *C. gloeosporioides*, segundo evidências de COSTA (1974) e SILVA (1976), porém muito produtiva.

Para a população Pira Tropical obteve-se uma resistência média de 17,03 dias de sobrevivência e para a amostra selecionada 22,96 dias de sobrevivência (Tabela 6). A resistência das progênies selecionadas foi superior em 26,08% à testemunha resistente e 34,8% à média do grupo. O valor encontrado para a cultivar Barreiro foi de 18,21 dias de sobrevivência, considerado baixo quando comparado com aqueles encontrados nos ensaios anteriormente relatados. Isso, talvez, possa ser explicado devido a doença ocorrer em reboleira intensificando, assim, o gradiente de disseminação e comprometendo aqueles materiais com certo nível de resistência.

Para uma melhor e rápida visualização da distribuição das médias de resistência das progênies de meios irmãos nas quatro populações, elaborou-se gráficos com base nas frequências relativas das resistências (Figuras 2, 3, 4 e 5). Através deles, verifica-se que as progênies apresentaram uma amplitude que variou de 10,58 a 29,02 dias de sobrevivência na população Pira Ouro, de 8,54 a 26,99 na população Pira Lopes, 5,35 a 17,53 na população Pira Rosa e 9,20 a 27,71 na população Pira Tropical. As figuras ilustrativas da distribuição de frequência estão representadas através de centro de classe. Nessas figuras, as linhas cheias correspondem à média das famílias avaliadas e as interrompidas à média das famílias selecionadas. Nota-se que muitas progênies revelaram-se mais resistentes do que a testemunha Barreiro, que apresenta um nível de resistência elevado, fato este comprovado para as progênies das populações Pira Ouro e Pira Tropical. Não houveram progênies nas populações Pira Rosa e Pira Lopes que superassem a resistência da cultivar Barreiro.

Verifica-se, assim, o bom nível de resistência e a variabilidade das quatro populações, o que indica existirem amplas possibilidades de seleção para resistência da cebola Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical a *C. gloeosporioides*. A elevada resistência da população Pira Ouro, quando comparada com a cultivar Barreiro, indicou que es-

ta população é bastante promissora sob o ponto de vista de utilização pelos agricultores. Comparativamente, a população Pira Tropical mostrou-se também muito promissora, uma vez que apresentou progênies com resistência superior à cultivar Barreiro. A população Pira Tropical, segundo FERREIRA (1983) é um material extremamente ceroso, com excelente e pronta capacidade de reposição de cera nas folhas. Assim, a explicação do bom nível de resistência de suas progênies está ligado a esta característica, a qual tende a retardar ou evitar as lesões foliares, minimizando, portanto, a expressão da doença.

4.1.2. Estimativas dos parâmetros genéticos

As estimativas obtidas no presente trabalho foram calculadas a partir de experimentos conduzidos em apenas uma localidade (Piracicaba-SP.), em um único ano. Assim, possivelmente, tais estimativas tenham sido superestimadas, devido ao componente de variação relativo à interação genótipo por ambiente, que evidentemente não pode ser isolado nestas condições. Apesar disso, MIRANDA FILHO e VENCovsky (1972) e RAMALHO (1978), comparando estimativas obtidas por vários autores, num único ambiente, com as obtidas em mais de um ambiente, observaram que os valores foram semelhantes. O efeito da interação genótipo por ambiente, segundo COMSTOCK e MOLL (1963), é maior em famí-

lias que exibem maior variância genética aditiva. Desta forma, estimativas obtidas de famílias de meios irmãos teriam uma pequena influência da interação dos efeitos aditivos por ambiente, uma vez que esse tipo de família libera pouca variância genética aditiva.

O conhecimento da contribuição relativa dos diferentes tipos de ação gênica presentes para caracteres quantitativas em populações sob seleção é básico em todo o programa de melhoramento (HALLAUER e WHRIGHT, 1967), e para que o melhoramento de populações seja eficiente é fundamental a existência de variabilidade genética, onde o principal componente da variância genética total é a variância aditiva, uma vez que é de sua magnitude que vai depender o successo da seleção. De modo geral, a grande variabilidade genética em plantas, está fortemente relacionada com o sistema reprodutivo da espécie (STEBBINS, 1957). A cebola é uma espécie hortícola alôgama (JONNES e MANN, 1963), cujo produto comercial, botanicamente denominado de bulbo, antecede a fase de florescimento. Assim, os progressos são elevados porque a seleção é feita antes do florescimento, para todos os caracteres da planta de cebola, havendo seleção nos dois sexos.

A estimativa da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) apresentou valores de 0,5988, 0,4724, 0,4284 e 1,8332 para as

populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, respectivamente. Esses valores mostraram que a Pira Tropical apresentou uma maior estimativa da variância aditiva. De acordo com os valores estimados dos coeficientes de herdabilidades, relatados a seguir, as quatro populações apresentaram uma grande quantidade de variância aditiva para o caráter resistência a C. gloeosporioides, tornando-as promissoras em relação ao melhoramento intrapopulacional.

O coeficiente de variação genética é utilizado para estimar a variabilidade genética existente em uma população. Os valores encontrados para as populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical foram de 8,93%, 9,11%, 9,48% e 16,71%, respectivamente. Os valores, assim obtidos, para as quatro populações podem ser classificados como médios e altos, indicando a presença de considerável quantidade de variabilidade genética livre. A população Pira Tropical apresentou elevada variabilidade genética, o que indica, portanto, possibilidade de obter substancial progresso genético. A população Pira Ouro, apesar de trabalhada para resistência ao "*Mal das Sete Voltas*", com dois ciclos de seleção massal, ainda apresentou variabilidade genética. É sabido portanto, que à medida que os ciclos de seleção se sucedem, ocorre, como seria de esperar, diminuição da variabilidade genética da população. Tem sido relatado que a maior queda da variabilidade ocorre

da população original para o 1º ciclo de seleção.

Para as populações Pira Lopes e Pira Rosa, os valores do coeficiente de variação genética são semelhantes e ao mesmo tempo superiores ao da Pira Ouro. Assim, exceto para Pira Tropical esses valores foram quase da mesma magnitude; reforçando, no entanto, a idéia de selecionar para as condições ambientais, tais como aquelas estudadas no presente trabalho.

As estimativas dos coeficientes da herdabilidade como calculadas no presente trabalho, servem para dar uma idéia das possibilidades da seleção futura a ser efetuada entre as famílias de meios irmãos. O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi definido como o quociente entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica de um caráter (HANSON, 1963). Os valores obtidos, ao nível de parcelas, foram 67,79% para Pira Ouro, 59,81% para Pira Lopes, 64,88% para Pira Rosa e 94% para Pira Tropical (Tabela 8), estimados considerando-se médias de progênies de meios irmãos.

Os valores relativamente altos, estimados para os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, em média para as quatro populações, indicam que uma boa porção da

variação fenotípica existente para esse caráter é devido a causas genéticas, mais precisamente devido à variância diretamente aproveitável na seleção.

Conforme mostrado por BUSO (1978), as herdabilidades para caracteres de bulbo como peso foram de 39,09% e 12,01%; e teor de sólidos solúveis, de 40,73% e 32,98%, respectivamente para Piracicaba e Anhembi. As maiores herdabilidades foram para produção por área: 67,63% para Piracicaba e 41,64% para Anhembi. Sendo considerados valores extremamente elevados de herdabilidade para esses caracteres, as estimativas obtidas nas quatro populações ora em estudo, podem, comparativamente, ser consideradas altas. Isto indica que os métodos de melhoramento intrapopulacionais devem apresentar bons resultados, indistintamente em todos os materiais ensaiados. Particularmente, a população Pira Tropical mostra-se bastante favorável à utilização de métodos de melhoramento relativamente simples, como seleção massal e seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, para aumentar, através da recombinação daquelas famílias mais resistentes, a frequência dos genes favoráveis.

O progresso genético esperado com a seleção entre progênies de meios irmãos, com uma intensidade de seleção da ordem de 20%, foi de 44,28%, 37,33%, 37,69% e 65,63%, para as populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira

Tropical, respectivamente (Tabela 8). É notório os valores encontrados para estas populações e, particularmente ao ganho esperado no 1º ciclo de seleção entre famílias de meios irmãos nas populações Pira Ouro e Pira Tropical, uma vez que naquela é esperado quase que o dobro de dias de sobrevivência, para as condições ambientes do presente estudo. A Pira Tropical com 65,63%, superior as demais populações; o que vale confirmar a possibilidade de sucesso na seleção para resistência ao "*Mal das Sete Voltas*", nas condições de Piracicaba.

Também é esperado progresso substancial nas populações Pira Lopes e Pira Rosa. Os coeficientes de variação genética confirmam a existência de variabilidade nas quatro populações para o referido caráter. Tal afirmativa é verificada, quando se observam as amplitudes (Tabela 6) da resistência das respectivas progênies, em comparação com a testemunha resistente, a cultivar Barreiro. As populações Pira Ouro e Pira Tropical apresentaram progênies que são superiores à testemunha resistente. Esta evidência não se verificou nas outras duas populações, embora apresentem certa variabilidade.

Uma vez que não foram tomados dados individuais e as análises foram efetuadas com média de parcela, não foi possível estimar o progresso genético esperado dentro das progênies.

WINKLER (1977) estudando a população de milho Dentado Composto Branco após um ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos concluiu sobre a ampla variabilidade da população e que se devia dar maior atenção à seleção entre progênies em relação a seleção dentro das progênies devido ao valor apresentado pelo coeficiente de herdabilidade.

Quando a seleção é muito afetada pela variação ambiental, a seleção entre progênies deverá proporcionar melhores resultados que a seleção fenotípica praticada dentro das progênies.

RAMALHO (1977), estudando a eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho, sugere que na seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, deve-se aplicar uma maior pressão de seleção entre do que dentro, visto que a seleção entre famílias é baseada em médias de várias repetições que asseguram uma maior precisão das médias do que nas observações individuais que constituem as unidades de seleção dentro de famílias.

Com relação à intensidade de seleção praticada às progênies em estudo, deve-se frisar que, devido ao pequeno número de progênies das populações Pira Rosa e Pira Tropical, estas se prestaram somente para a estimação de parâmetros ge-

néticos, já que altas pressões de seleção em populações pequenas podem resultar em problemas relacionados ao tamanho efetivo da população, aumentando a possibilidade de perdas de genes importantes devido à oscilação genética.

Concluimos que, devido ao caráter aditivo da resistência a *C. gloeosporioides* em cebola (SILVA, 1976) e os progressos genéticos esperados serem relativamente altos com a seleção entre progênies, sugere-se a utilização de métodos simples de seleção que devem possibilitar ganhos genéticos rápidos.

4.2. Experimento II - Reação de populações de Baia x Barreiro, de Baia x Excel x Barreiro e do Composto Híbrido a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

4.2.1. Análise da variância

A Tabela 9 apresenta a análise da variância dos dados do caráter resistência a *C. gloeosporioides* em porcentagens de sobrevivência, referente às populações de Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido.

As populações de Baia x Barreiro e do Composto Híbrido diferiram estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. As populações de Baia x Excel x Barrei

ro diferiram pelo mesmo teste ao nível de 5% de probabilidade, indicando, portanto, comportamento diferencial das gerações.

Os coeficientes de variação dos experimentos para as análises em blocos ao acaso foram de 16,60% para o experimento referente às populações de Baia x Barreiro; 25,17% para Baia x Excel x Barreiro e 26,84% para o Composto Híbrido (Tabela 9); valores relativamente altos, mas que indicam ainda precisão satisfatória. Em geral todos os coeficientes de variação calculados podem ser considerados dentro dos limites aceitáveis da experimentação de campo, pois que, embora os ensaios tenham sido realizados em vasos, estes foram mantidos em condições de campo, sujeitos, portanto, às condições adversas e, nem sempre controláveis.

Os resultados das reações de resistência e as respectivas médias constam da Tabela 10. As comparações entre médias da porcentagem de sobrevivência das gerações pelo Teste de Tukey a 5%, encontram-se na mesma tabela.

As populações de Baia x Barreiro mostraram-se, em média, superiores às populações de Baia x Excel x Barreiro e do Composto Híbrido, quanto a reação de resistência a *C. gloeosporioides*.

Com relação às populações de Baia x Barreiro, verificou-se que as gerações F_1 , F_2 , F_5 e F_6 não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%. Contudo a geração F_8 diferiu das gerações F_6 e F_7 , embora a F_7 não difira da F_6 . Nas condições deste experimento, a geração F_8 apresentou praticamente o dobro de sobrevivência, com 43,73% em relação as gerações F_1 , F_2 , F_5 e F_6 . As gerações F_7 e F_8 representam respectivamente os ciclo-I e ciclo-II de seleção massal para resistência ao "*Mal das Sete Voltas*".

As gerações F_3 , F_4 e F_5 do cruzamento Baia x Excel x Barreiro não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%; assim como não diferiram também as gerações F_6 das gerações F_3 e F_4 . Contudo a F_6 diferiu da geração F_5 .

A Figura 14 mostra a reação de resistência das respectivas gerações das três populações estudadas. Neste caso, a diferença entre as gerações submetidas à seleção fica mais evidente.

As gerações F_4 , F_5 e F_6 resultantes do cruzamento de híbridos intervarietais não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5%. A geração F_8 com 37,87% de plantas sobreviventes diferiu da geração F_7 , que apresentou 21,60% de plantas sobreviventes, assim como diferiu das demais gerações

dessa população. As gerações F_7 e F_8 foram submetidas a seleção massal em relação a reação de resistência ao "*Mal das Sete Voltas*", constituindo portanto, dois ciclos de seleção.

O menor nível de resistência demonstrado nas populações de Baia x Excel x Barreiro e nas do Composto Híbrido, quando comparado com a resistência das populações de Baia x Barreiro, pode ser atribuído à constituição genética dessas populações, cujos cruzamentos envolveram a cultivar americana Excel, extremamente suscetível ao agente causal.

Comparando as gerações F_1 , F_2 , F_5 e F_6 do cruzamento Baia x Barreiro, as gerações F_3 , F_4 e F_5 dos cruzamentos Baia x Excel x Barreiro e as gerações F_4 , F_5 e F_6 do Composto Híbrido, demonstrou-se que a frequência de plantas resistentes nessas populações permanece em equilíbrio quando em ausência de seleção. Isto concorda com os resultados apresentados por SILVA (1976), com relação às gerações F_2 , F_4 e F_5 do cruzamento Baia x Barreiro. A variedade Barreiro é a melhor fonte de resistência ao "*Mal das Sete Voltas*" e o seu cruzamento com outras variedades permite que este caráter seja selecionado nas populações segregantes.

4.2.2. Progressos obtidos com a seleção massal

A seleção massal em cebola tem-se mostrado eficiente para certos caracteres de natureza quantitativa, tendo em vista ao acentuado polimorfismo existente nas cultivares, tanto para caracteres de bulbo quanto de planta.

Praticou-se dois ciclos de seleção nas gerações F_7 e F_8 do cruzamento Baia x Barreiro, um ciclo de seleção na geração F_6 da cebola Baia x Excel x Barreiro e dois ciclos de seleção na população denominada Composto Híbrido, visando aumentar a frequência de genes de resistência ao "*Mal das Sete Voltas*". As seleções foram efetuadas nas épocas mais adequadas para o desenvolvimento da doença. Das plantas assim escolhidas, foram colhidos os bulbos, onde estes foram avaliados quanto ao formato, tamanho, coloração, etc. Deve-se frisar que a seleção massal em cebola se caracteriza por ser efetuada nos caracteres de bulbo "*per se*". No entanto, a característica de produção mais importante é a relacionada à produção de bulbos comerciais por área e também por outros caracteres de planta e bulbo que são diretamente relacionado com a produção.

Para a estimativa do progresso genético observado com a seleção massal, foi feita uma análise de regressão,

utilizando as resistências médias de cada ciclo, expressas em relação ao original. Assim foi obtido o coeficiente de regressão e a equação da reta (Tabela 11).

Utilizou-se deste cálculo para observar o ganho obtido através dos ciclos I e II de seleção nas populações Baia x Barreiro e na população Composto Híbrido, uma vez que a população Baia x Excel x Barreiro foi submetida a um só ciclo de seleção. Para tanto, tomou-se uma média das gerações antecedentes ao primeiro ciclo, como ciclo original igual a 100 e calculou-se o ganho observado (Tabela 12). Este procedimento foi utilizado para as outras duas populações, pois que, as gerações com ausência de seleção permaneceram em equilíbrio de plantas resistentes. Desse modo, o valor do ciclo inicial expressa mais fielmente seu verdadeiro valor.

A análise da variância para a avaliação do ciclo original e ciclos I e II de seleção da cebola Baia x Barreiro e Composto Híbrido consta da Tabela 11, enquanto que as equações da reta são apresentadas nas Figuras 15 e 16.

Os ciclos de seleção diferiram entre si estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. A significância da regressão da porcentagem de sobrevivência, demonstrou uma resposta linear da doença.

Os ganhos observados, em média, para os ciclos I e II foram respectivamente de 44,58% e 46,40% para a população Baia x Barreiro (Tabela 12). Tais evidências, colocam esta população como resistente a *C. gloeosporioides*, pois com somente dois ciclos de seleção massal ela apresentou o dobro de plantas sobreviventes em relação às gerações anteriores mantidas em ausência de seleção.

No que diz respeito à população Pira Ouro (Baia x Barreiro), pôde-se averiguar, através da reação de progênies de meios irmãos extraídas dessa população, que algumas progênies superaram a resistência conferida pela cultivar Barreiro. Deve-se salientar que tal população ainda se encontra em fase de melhoramento, o que vem a evidenciar a sua boa performance e perspectiva para alto nível de resistência a *C. gloeosporioides*. Evidência mais clara e concludente da natureza da resistência de Pira Ouro, com relação a progressos futuros, é dado pelo progresso genético esperado entre progênies de meios irmãos, cujo valor obtido foi de 44,28% e 8,93% para o coeficiente de variação genética.

Obteve-se para a população Composto Híbrido um ganho médio por ciclo de 54,78%, empregando o método de seleção massal (Tabela 12). Os ciclos I e II com 21,60% e 37,87% de plantas sobreviventes colocam-os com um ganho de 34,21% e

75,32%, respectivamente, em relação ao ciclo inicial.

Os ganhos obtidos, relativamente altos, com os ciclos de seleção das populações acima citadas, são explicados em parte, devido ao modo de seleção praticada. A seleção massal, além de ser relativamente simples, é feita antes do florescimento, aproveitando, portanto, os efeitos genéticos aditivos. Há contribuição dos dois sexos para o progresso genético total esperado. Segundo LONNQUIST (1965), a seleção massal possui as vantagens de ter uma duração mínima do ciclo, oferecer oportunidade para máxima recombinação e permitir máxima intensidade de seleção.

A população *Composto Híbrido* possui ampla variabilidade genética para resistência a *C. gloeosporioides*, o que pode ser justificado pela própria natureza genética do material avaliado; compostos, são materiais que exibem alto grau de variabilidade genética.

O ganho observado, somente com um ciclo de seleção, na cebola Baia x Excel x Barreiro foi de 27,06%. Esse valor pode ser considerado como relativamente baixo quando se compara àqueles encontrados nas outras duas populações.

Na realidade, esta população tem uma reação

de resistência muito baixa, embora bastante variável para o caráter, como pode-se perceber na Tabela 8. Os valores encontrados para o coeficiente de variação genética (9,48%) e para a herdabilidade (64,88%), através do uso de progênies de meios irmãos, demonstraram haver nessa população (Pira Rosa) uma variabilidade genética razoavelmente boa, mostrando as possibilidades de êxito no melhoramento.

4.3. Epidemiologia da reação a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., nas progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical

A porcentagem de plantas mortas em intervalos de sete dias pós-inoculação, para as progênies das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, das amostras selecionadas e das testemunhas resistente e suscetível, consta respectivamente das Figuras 6, 8, 10 e 12. Com relação à população Pira Ouro, evidencia-se que a mortalidade das progênies desta população ocorreu de maneira mais lenta, quando comparada com a testemunha resistente, resultando em uma menor taxa de mortalidade. A cultivar Texas Grano, como testemunha susceptível, apresentou uma maior taxa de mortalidade.

Por outro lado, as progênies de Pira Lopes mos

traram uma maior taxa de mortalidade em relação às progênes de Pira Ouro e à testemunha resistente. Mesmo assim, a população Pira Lopes, quando completada um ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, terá uma alta frequência de plantas resistentes (Figura 8).

A suscetibilidade da população Pira Rosa pode ser melhor constatada analisando a Figura 10. Suas progênes apresentavam uma taxa de mortalidade semelhante à da testemunha suscetível, enquanto que a mortalidade da testemunha resistente ocorreu lentamente, atrasando sobremaneira o progresso da doença. O comportamento da Pira Rosa frente à reação de resistência a *C. gloeosporioides* pode ser explicado, em parte devido ao fato de estar incluindo no seu germoplasma, genes da cultivar Excel, que é extremamente suscetível ao fungo causador da doença.

A porcentagem de plantas mortas da população Pira Tropical, em comparação com a testemunha resistente, foi razoavelmente lenta (Figura 12). A testemunha suscetível apresentou aos trinta e três dias após a inoculação quase 100% de mortalidade. Assim, é de se esperar que, com um ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos a população Pira Tropical apresente um bom nível de resistência.

A proporção progressiva de mortalidade de plantas, expressa em $\text{Log}_e \frac{1}{1-X}$ das progênies das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, em intervalos de sete dias pós-inoculação encontra-se respectivamente nas Figuras 7, 9, 11 e 13.

Segundo VAN DER PLANK (1963), a detecção da presença de resistência horizontal pode ser feita, relacionando-se a proporção de plantas mortas durante o ciclo vegetativo (transformada em $\text{Log}_e \frac{1}{1-X}$) com o tempo. Obtidas as retas de regressão, a reação do hospedeiro pode ser caracterizada pelos seus respectivos coeficientes de regressão.

O coeficiente de regressão para a população original de Pira Ouro, no valor de 0,03, quando comparado à testemunha resistente, a cultivar Barreiro, com valor de 0,07, indica que o progresso da doença é menor naquela população. Como verificado na Tabela 3, a população Pira Ouro apresentou progênies que superaram a cultivar Barreiro. Tal população sofreu forte pressão de seleção ao "*Mal das Sete Voltas*", daí o alto nível de resistência deste material.

A significância dos coeficientes de regressão, para as progênies das outras três populações, quando comparados à cultivar Barreiro, demonstrou que o progresso da doença

foi maior naquelas populações. As progênies de Pira Rosa aos trinta e três dias apresentaram um saldo de plantas mortas se semelhante a cultivar Texas Grano, fato este não verificado com as progênies de Pira Tropical e Pira Lopes.

Desse modo, a população Pira Ouro tem a propriedade de atrasar o progresso da doença, mas não impedi-la.

Quanto à reação de resistência expressa por índice de sobrevivência nas progênies de meios irmãos da população Pira Ouro, observou-se na realidade níveis de resistência, as quais ocorreram de uma maneira contínua, desde uma reação de extrema suscetibilidade, com progênies mais suscetíveis do que a cultivar Texas Grano, até altos níveis de resistência, com progênies que superaram a resistência da cultivar Barreiro. Estes fatos sugerem a presença de resistência horizontal de acordo com os conceitos de NELSON (1975).

Convém ressaltar, entretanto, que a cultivar Barreiro, não é imune ao referido patógeno, o que torna bastante flexível quanto ao caráter de resistência, pois nestes termos, o qualificativo resistência está de modo geral, ligado ao menor desenvolvimento do fungo em tecidos do hospedeiro, havendo um menor índice de doença. Ela é parcial e relativa e o hospedeiro mostra vários graus de resistência.

Não se deve esquecer que as boas condições ambientais, relativas à temperatura e umidade, reinantes durante o decorrer do experimento favoreceram o progresso da doença. A temperatura oscilou de 22,5 a 26,4°C e a umidade relativa do ar de 68,3% a 89,1% (Figura 1). Para a ocorrência de uma epidemia são necessárias que condições ideais predispostas do hospedeiro e do patógeno ocorram simultaneamente com condições ideais do ambiente para o desenvolvimento da doença. A temperatura, agindo sempre em conjunto com a umidade, é um dos fatores mais importantes.

A doença "*Mal das Sete Voltas*" é muito afetada pelos fatores ambientais, fato este que caracteriza a resistência do tipo horizontal. Segundo ESKES (1980), na resistência horizontal, todos os fatores que afetam o crescimento do patógeno ou do hospedeiro podem afetar o nível de resistência.

A variação na patogenicidade de *C. gloeosporioides* em cebola manifestando-se em níveis de agressividade, sugere mais uma vez a presença de resistência horizontal (SILVA, 1976).

Esse tipo de resistência atua na redução da taxa de infecção através da diminuição dos propágulos que cau

sariam lesões, retardando a penetração, reduzindo o tamanho das lesões e aumentando o período latente (VAN DER PLANK, 1963).

A causa da resistência horizontal em cebola, é ainda obscura e especulativa. O grau de resistência da planta de cebola ao fungo *C. gloeosporioides* está associado com os vários mecanismos que ela dispõe, visto que o patógeno ataca todos os órgãos da planta, desde a fase de canteiro até o bulbo colhido e armazenado. Tanto assim, que a doença recebe várias denominações: "*Antracnose Foliar*", "*Cachorro Quente*", "*Rola*", "*Mal das Sete Voltas*", "*Charuto*", etc. É uma doença de sintomas múltiplos, ou seja, uma síndrome, cuja manifestação da enfermidade se traduz por sintomas de "*Damping-off*", mela ou estiolamento, enrolamento e distorção foliar, lesões foliares, clorose, anomalias e apodrecimento de bulbos. Desse modo, se uma planta apresenta diferentes mecanismos de resistência tanto na parte aérea como no sistema radicular em relação a outra que só apresenta um determinado mecanismo, ela terá um maior nível de resistência. A ação conjunta destes vários mecanismos é que caracteriza a resistência do tipo "*horizontal*". A cerosidade foliar é, provavelmente, um dos mecanismos de resistência da cebola ao fungo *C. gloeosporioides*, pois que, todas as variedades com folhagem verde brilhante que foram avaliadas por COSTA *et alii* (1974) e COSTA *et alii* (1975),

quanto à reação do mencionado patógeno, se comportaram como suscetíveis, tanto com a infestação do solo, como através da inoculação das folhas. Por outro lado, a maioria das cultivares com folhagem verde opaco se comportaram como resistentes nos dois tipos de ensaios.

Quanto à causa da natureza fisiológica da resistência de cebola a *C. gloeosporioides*, ela é ainda obscura; evidenciando ser ela diferente da resistência a *C. circinaus*, que está relacionada com a coloração dos bulbos (CLARK *et alii*, 1944; RIEMANN, 1931).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- a) Os coeficientes de variação genética e a elevada amplitude de resistência apresentadas indicam presença de suficiente variabilidade genética nas populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, de modo a permitir progressos subsequentes.
- b) Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de 67,79%, 59,81%, 64,88% e 94,00% para Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, respectivamente; indicam que se deve dar maior atenção a métodos de melhoramento relativamente simples, como selele

ção massal ou seleção entre famílias de meios irmãos.

- c) Em função da intensidade de seleção aplicada de 20% entre progênies, o progresso esperado ao final do I ciclo é de 44,28%, 37,33%, 37,69% e 65,63% para Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical, respectivamente.
- d) Os ganhos genéticos observados com a seleção massal na população Baia x Barreiro (Pira Ouro) foram de 44,58% para o ciclo I e 46,40% para o ciclo II. Os ganhos na população Composto Híbrido foram de 34,24% e 75,32% para os ciclos I e II, respectivamente. A população Baia x Excel x Barreiro (Pira Rosa) com um ciclo de seleção apresentou um ganho de 27,06%.

6. LITERATURA CITADA

- ACOSTA, J.C., J.C. GILBERT e V.L. QUINON, 1964. Heritability, of Bacterial Wilt Resistance in Tomato. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* Beltsville, 84:455-462.
- ALLARD, R.W., 1971. Princípios do Melhoramento Genético das Plantas. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda. 381p.
- AQUINO, M. de L.N. de e L.J. da G. WANDERLEY, 1966. O "*Mal de Sete Voltas*" nos cebolais do São Francisco. Recife, Secretaria da Agricultura, Industria e Comércio. 42p. (Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, *Boletim Técnico* nº 16).
- AQUINO, M. de L.N. de e L.J. da G. WANDERLEY, 1973. Estudo Comparativo dos Sintomas causados por Fungos dos Gêneros *Colletotrichum* e *Fusarium* em cebola (*Allium cepa* L.). 19 Encontro de Técnicos em Olericultura do Sub-Médio São Francisco. Juazeiro-Petrolina. 5p. (mimeografado).

- AQUINO, M. de L.N. de; L.J. da G. WANDERLEY e M.A. de QUEIROZ, 1973. Estiolamento de Sementeira de Cebola causado por Fungos do gênero *Colletotrichum* e *Fusarium*. 1º Encontro de Técnicos em Olericultura do Sub-Médio São Francisco. Juazeiro-Petrolina. 5p. (mimeografado).
- ARX, J.A. von, 1957. Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Cda. *Phytopathol. Z.*, Berlin, Germany, 29:413-468.
- BAJUNGU, H.E., 1979. Caracterização patogênica, serológica e fisiológica de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (Sensu ARX, 1957), f.sp. *cepae* n.s. 35p. (mimeografado). Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- BARNETT, H.L. e B.B. HUNTER, 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Minneapolis, Burgess Publishing Co. 241p.
- BOCK, K.R., 1964. Purple blotch (*Alternaria porri*) of onion in Kenya. *Annual of Applied Biology*. Pisa, 54:303-311.
- BUSO, J.A., 1978. Estimativas de Parâmetros Genéticos de Caracteres de Planta e Bulbo de Cebola (*Allium cepa* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 132p. (Dissertação de Mestrado).

- CAMPACCI, C.A., 1961. Notas sobre o "*Cachorro Quente*" da Cebola. *Olericultura*, Viçosa, 1:61-64.
- CHUPP, C. e A.F. SHERT, 1960. *Vegetable Diseases and their Control*. New York. The Ronald Press Co. 693p.
- CLARK, A.E., H.A. JONES e T.M. LITTLE, 1944. Inheritance of Bulb Color in the Onion. *Genetics*, Wisconsin, 29:569-575.
- COMSTOCK, R.E. e R.H. MOLL, 1963. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, Ed. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington, National Academy of Sciences - National Research Council, p.164-196.
- COSTA, C.P. da, F.T. FERNANDES e J.N. SILVA, 1974. Resistência de Cebola (*Allium cepa* L.) ao "*Mal das Sete Voltas*" (*Colletotrichum gloeosporioides*, Penz.). In: *Rel. Cient. Inst. Genética*. Piracicaba, 8:54-57.
- COSTA, C.P. da, A.M.L.T. de MELO; M. de L.N. de AQUINO, L.J. da G. WANDERLEY, P.C.T. de MELO; M.A. de QUEIROZ e J.P. de M. SOUTO, 1975. Resistência de Cultivares de Cebola (*Allium cepa* L.) ao "*Mal das Sete Voltas*" (*Colletotrichum gloeosporioides*, Penz.) em condições de campo. *XV Congresso Brasileiro de Olericultura do Brasil*, Botucatu, 4p. (mimeografado).

- COSTA, C.P., 1978. Melhoramento de Cebola (*Allium cepa* L.) de dias curtos para sistema de cultivo. 138p. ESALQ/USP, Piracicaba, SP. (Tese de Livre Docente).
- DESLANDES, J.A., 1944. *Doenças da Cebola*. Rio de Janeiro. Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura. 49p. (Seção de Investigações Fitossanitárias, 19).
- DIAS, M., R. VENCovsky e C.R.M. GODOI, 1971. Seleção Entre e Dentre de Famílias de Meios Irmãos em Brocolo Ramosa (*Brassica oleracea* var. *italica* L., cultivar Santana). In: *Rel. Cient. Inst. Genética*. ESALQ/USP, Piracicaba, 5:57-62.
- ESKES, A.B., 1980. Bases Genéticas da Resistência Horizontal a Patógenos em Plantas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 32(11):1464-1472.
- FALCONER, D.S., 1964. *Introduction to Quantitative Genetics*. 3^a ed. London, Oliver and Boyed Ltd. 365p.
- FERREIRA, P.V., 1983. Aspectos fisiológicos e implicações genéticas da cerosidade foliar em cebola (*Allium cepa* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 70p. (Tese de Doutorado).

FISCHER, R.A. e F. YATES, 1943. Statistical Tables. 2^a ed.
Edinburg, Oliver e Boyd. 98p.

GALLI, F., H. TOKESHI, P.C.T. de CARVALHO, E. BALMER,
H. KIMATI, C.O.N. CARDOSO e C.L. SALGADO, 1968. *Manual
de Fitopatologia*, São Paulo, Editora Agronômica Ceres.
640p.

HANSON, W.D., 1963. Heritability. In: HANSON, W.D. e H.F.
BOBINSON, Ed. *Statistical Genetics and Plant Breeding*.
Washington, National Academic Science - National Research
Council, p.125-139.

HALLAUER, A.R. e J.A. WRIGHT, 1967. Genetics variances in
the open pollinated variety of maize. *Iowa Ideal der
Zuchter*. Berlin, 37:178-185.

JONES, H.A. e L.K. MANN, 1963. *Onions and their Allies*. New
York, Leonard Hill Books. 286p.

KEHR, A.E., M.J. ÓBRIEN e E.W. DAVIS, 1962. Pathogenicity of
Fusarium oxysporum f. sp. cepae. *Euphytica*. Wageningen,
H:197-208.

- LONQUIST, J.H., 1965. Métodos de Selección Úteles para Mejoramento dentro de Poblaciones. *Fitotecnia Latinoamericana*. Lima, 2:1-10.
- LUZ, N.K. e G. de FREITAS FONSECA, 1964. A Antracnose e o "Mal das Sete Voltas" em Cebola. *IV Reunião da Sociedade de Olericultura do Brasil*. (mimeografado). 3p.
- MCCOLLUM, G.D., 1968. Heritability and Genetic Correlation of Soluble Solids Bulb Size and Shape in White Sweet Spanish Onion. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. Ottawa, 10:105-110.
- MINUSSI, E., 1974. Ocorrência do "Mal de Sete Voltas" (*Colletotrichum circinans* (Berk) em Cultura de Cebolas (*Allium cepa* L.) Coloridas. *Rev. de Olericultura*. Santa Maria, 16:124p.
- MIRANDA FILHO, J.B. e R. VENCovsky, 1972. Estimativas da variância genética aditiva de diversas populações locais. In: *Rel. Cient. Inst. Genética*, ESALQ/USP, Piracicaba, 6:61-66.

- NAKAMURA, N., 1959. Studies on the Breeding of *Allium cepa* L. (1) Estimating Heritability. *Japanese Journal Breeding*, 8:255-260. In: *Plant Breeding Abstracts*, 29, nº 4538.
- NELSON, R.R., 1975. Horizontal Resistance in Plants: Concepts, Controversis and Applications. In: Morris, Edit. *Proceedings of the Seminar on Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice*, Calli, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1-20.
- PATERNIANI, E., 1968. Avaliação do Método de Seleção Entre e Dentro de Famílias de Meios Irmãos no Melhoramento de Milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 92p. (Tese de Professor Catedrático).
- PERRY, B.A. e H.A. JONES, 1953. L 36 Early Yellow and L 365 White Lick Pink Root. *Southern Seedsman*, San Antonio, 16(10:15), 72-73.
- PERRY, B.A., E.W. DAVIS e H.A. JONES, 1964. Establishment of a pink-root Nursery. *Economic Botany*, Baltimore, 18(1):77-79.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. *Curso de Estatística Experimental*, 5.^a imp., São Paulo, Editora Livraria Nobel S/A. 430p.

- PONTE, J.J. e I. VASCONCELOS, 1970. O "*Mal das Sete Voltas*" da Cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) no Vale do Curu, Ceará. *Bol. Cearense Agron.* Ceará, 11:17-20.
- RAMALHO, M.A.P., 1977. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endôgenas. Piracicaba, ESALQ/USP. 122p. (Tese de Doutorado).
- RIEMAN, G.H., 1931. Genetic Factors for Pigmentation in the Onion and their Relation to Disease Resistance. *Journal of Agricultural Research*, Washington, D.C., 42:251-278.
- ROBBS, C.F. e R. de L. DUARTE RIBEIRO, 1966. Estudos sobre a Etiologia do "*Mal das Sete Voltas*" da Cebola (*Allium cepa*, L.) no Vale do São Francisco. In: *X Reunião de Fitossanitaristas do Brasil*, Rio de Janeiro, 85-92.
- ROBBS, C.F., R. de L. DUARTE RIBEIRO, F. AKIBA e O. KIMURA, 1972. Novos estudos sobre o "*Mal de Sete Voltas*" da Cebola (*Allium cepa* L.) no Vale do São Francisco. *Arquivos da Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2:21-26.
- SILVA, N., 1976. Resistência em Cebola (*Allium cepa* L.) à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (Sensu ARX, 1957). 67p. (Dissertação de Mestrado). ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

SNEDECOR, G.W. e G. COCHRAN, 1973. *Statistical Methods*. 6.^a
Edição. U.S.A., Iowa State University Press. 593p.

STEBBINS, G.L., 1957. Self-Fertilization and Population
Variability in the Higher Plants. *Amer. Nat.* Lancaster,
91:337-354.

STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. *Principles and Procedures
of Statistics, with Special Reference to the Biological
Science*. McGraw Hill. New York. 481p.

VAN DER PLANK, J.E., 1963. *Plant Disease: Epidemics and
Control*. New York. Academic Press. 349p.

VAN DER PLANK, J.E., 1968. *Disease Resistance in Plants*.
New York. Academic Press. 260p.

VELLO, N.A. e R. VENCovsky, 1974. Variâncias associadas às
estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de
herdabilidade. *Rel. Cient. Inst. Genética*. ESALQ/USP.
Piracicaba, 8:238-248.

WALKER, J.C., 1952. *Disease of Vegetable Crops*, New York,
Toronto. McGraw-Hill Book Co., Inc. 529p.

WINKLER, E.I.G., 1977. Seleção Entre e Dentro de Famílias de Meios Irmãos no Milho (*Zea mays* L.) Composto Dentado Branco. Piracicaba, ESALQ/USP. 54p. (Dissertação de Mestrado).

7. TABELAS

Tabela 1 - Esperanças matemáticas dos quadrados médios da análise de variância em blocos ao acaso, para a obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos, considerando-se um local.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	E (Q.M.)
Blocos	$r-1$		
Progênies	$p-1$	Q'_2	$\sigma_e^2 + r \sigma_p^2$
Erro	$(r-1)(p-1)$	Q'_1	$\hat{\sigma}_e^2$

onde:

G.L. = graus de liberdade;

Q.M. = quadrado médio;

E (Q.M.) = esperança matemática dos quadrados médios;

r = número de repetições;

p = número de progênies de meios irmãos;

Q'_1 = quadrado médio do erro entre parcelas;

Q'_2 = quadrado médio entre progênies, ao nível de parcelas;

σ_e^2 = variância do erro entre parcelas;

σ_p^2 = variância genética entre progênies de meios irmãos, ao nível de parcelas.

Tabela 2 - Valores e significâncias dos quadrados médios das análises da variância do caráter resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., ao nível de médias de parcela, de progênies de meios irmãos de cebola, das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical. Piracicaba, SP., 1982.

Fontes de Variação	Pira Ouro		Pira Lopes		Pira Rosa		Pira Tropical	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Blocos	2	1,7162	2	1,8437	2	0,2807	2	0,2795
Progênies	153	0,6625**	120	0,5927**	31	0,4952**	31	1,4626**
Erro	306	0,2134	240	0,2384	62	0,1739	62	0,0878
Média		4,33		3,78		3,45		4,05
Coefficiente de Variação: %		10,68		12,92		12,09		7,31
Transformações	$\sqrt{IS}$							
Unidade	IS: Índice de Sobrevivência							

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3 - Resistência média das 154 progênes de meios irmãos de cebola da população Pira Ouro e da respectiva amostra selecionada, expressa em índice de sobrevivência. Piracicaba, SP., 1982.

M a t e r i a l	Resistência (dias de so brevivência)	Resistência em relação à testemunha resistente (%)			Resistência em relação à média do grupo (%)	
		Amplitude	em relação à testemunha resistente (%)	em relação à testemunha suscetível (%)	em relação à média do grupo (%)	
Progênes	19,18	10,58-29,02	68,60	145,74	100,0	
Testemunha Resistente*	27,96	-	100,00	-	-	
Testemunha Suscetível**	13,16	-	-	100,00	-	
Progênes selecionadas	24,71	22,82-29,02	88,38	187,77	128,8	?

* Cultivar Barreiro.

**Cultivar Texas Grano.

Tabela 4 - Resistência média das 121 progênes de meios irmãos de cebola da população Pira Lopes e da respectiva amostra selecionada, expressa em índice de sobrevivência. Piracicaba, SP., 1982.

M a t e r i a l	Resistência (dias de so- brevivência)	Amplitude	Resistência em relação à testemu- nha resis- tente (%)	Resistência em relação à testemu- nha suscetí- vel (%)	Resistência em relação à média do grupo (%)
Progênes	14,59	8,54-26,99	52,46	167,12	100,0
Testemunha Resistente*	27,81	-	100,00	-	-
Testemunha Suscetível**	8,73	-	-	100,00	-
Progênes selecionadas	20,14	17,40-26,99	72,42	230,70	138,0

* Cultivar Barreiro.

**Cultivar Texas Grano.

Tabela 5 - Resistência média dos 32 progênies de meios irmãos de cebola da população Pira Rosa e da respectiva amostra selecionada, expressa em índice de sobrevivência. Piracicaba, SP., 1982.

M a t e r i a l	Resistência (dias de so- brevivência)	Amplitude	Resistência em relação à testemu- nha resis- tente (%)	Resistência em relação à testemu- nha suscetí- vel (%)	Resistência em relação à média do grupo (%)
Progênies	12,05	5,35-17,53	42,37	152,53	100,0
Testemunha Resistente*	28,44	-	100,00	-	-
Testemunha Suscetível**	7,90	-	-	100,00	-
Progênies Seleccionadas	16,07	14,94-17,53	56,50	203,42	133,4

* Cultivar Barreiro.

**Cultivar Texas Grano.

Tabela 6 - Resistência média das 32 progênes de meios irmãos de cebola da população Pira Tropical e da respectiva amostra selecionada, expressa em índice de sobrevivência. Piracicaba, SP., 1982.

M a t e r i a l	Resistência (dias de so- brevivência)	Amplitude	Resistência em relação à testemu- nha resis- tente (%)	Resistência em relação à testemu- nha suscetí- vel (%)	Resistência em relação à média do grupo (%)
Progênes	17,03	9,20-27,71	93,52	252,30	100,0
Testemunha Resistente*	18,21	-	100,00	-	-
Testemunha Suscetível**	6,75	-	-	100,00	-
Progênes Seleccionadas	22,96	20,14-27,71	126,08	340,15	134,8

* Cultivar Barreiro.

**Cultivar Texas Grano.

Tabela 7 - Estimativas dos componentes da variância, referentes às progênes de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical. Piracicaba, SP. 1982.

P o p u l a ç ã o	Número de progênes	Estimativas de componentes da variância		
		$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_e^2$
Pira Ouro	154	0,1497	0,5988	0,2134
Pira Lopes	121	0,1181	0,4724	0,2384
Pira Rosa	32	0,1071	0,4284	0,1739
Pira Tropical	32	0,4583	1,8332	0,0878

onde: $\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênes de meios irmãos, ao nível de médias de parcelas;

$\hat{\sigma}_A^2$ = variância genética aditiva do caráter considerado;

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância devido ao erro.

Tabela 8 - Estimativas do coeficiente de herdabilidade, considerando-se seleção entre médias de progênies e do progresso genético esperado para o caráter resistência ao *Colletotrichum gloeosporioides*, ao nível de médias de parcelas, referentes às progênies de meios irmãos das populações Pira Ouro, Pira Lopes, Pira Rosa e Pira Tropical. Piracicaba, SP. 1982.

P o p u l a ç ã o	$\hat{h}^2_{\bar{x}}\%$	$\Delta\hat{G}\%$	$CV_{gen}\%$
Pira Ouro	67,79	44,28	8,93
Pira Lopes	59,81	37,33	9,11
Pira Rosa	64,88	37,69	9,48
Pira Tropical	94,00	65,63	16,71

onde: $\hat{h}^2_{\bar{x}}\%$ = coeficiente de herdabilidade, considerando-se seleção entre médias de progênies;

$\Delta\hat{G}\%$ = ganho genético esperado com seleção entre progênies de meios irmãos e com intensidade de seleção de 20%, em ambos os sexos;

$CV_{gen}\%$ = coeficiente de variação genética expresso em porcentagem.

Tabela 9 - Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficiente de variação da análise da variância da reação de resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. de populações dos cruzamentos: (Baia x Barreiro), (Baia x Excel x Barreiro) e (Composto Híbrido). Piracicaba, SP., 1982/1983.

Fontes de Variação	Baia x Barreiro		Baia x Excel x Barreiro		Composto Híbrido	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Blocos	14	25,0273	14	33,0278	14	34,3862
Populações	5	562,1695**	3	172,5298*	4	682,0441**
Erro	70	25,0974	42	45,1631	56	51,2454
Média	30,18		26,70		26,67	
Coeficiente de Variação: %	16,60		25,17		26,84	
Transformações	arc sen $\sqrt{X}$		arc sen $\sqrt{X}$		arc sen $\sqrt{X}$	
Unidade	X: %		X: %		X: %	

* e **: Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 10 - Reação de populações dos cruzamentos Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido expressa em porcentagem de sobrevivência* a *C. gloeosporioides* Penz. Piracicaba, SP. 1982/1983. Dados não transformados.

P o p u l a ç ã o e s	Médias**
F ₁ (Baia x Barreiro)	18,66 c
F ₂ (Baia x Barreiro)	20,53 c
F ₅ (Baia x Barreiro)	20,27 c
F ₆ (Baia x Barreiro)	23,20 bc
F ₇ (Baia x Barreiro) Ciclo- I 7V***	29,87 b
F ₈ (Baia x Barreiro) Ciclo-II 7V	43,73a
F ₃ (Baia x Excel x Barreiro)	21,07ab
F ₄ (Baia x Excel x Barreiro)	23,20ab
F ₅ (Baia x Excel x Barreiro)	14,93 b
F ₆ (Baia x Excel x Barreiro) Ciclo-I 7V	25,07a
F ₄ (Composto de Híbridos)	17,87 bc
F ₅ (Composto de Híbridos)	11,73 c
F ₆ (Composto de Híbridos)	18,67 bc
F ₇ (Composto de Híbridos) Ciclo I 7V	21,60 b
F ₈ (Composto de Híbridos) Ciclo II 7V	37,87a

* % de sobrevivência do hospedeiro, inoculado aos vinte dias pós-semeadura, para concentração 1×10^6 esporos/ml

** Média de 15 repetições.

***Ciclos de seleção massal para resistência ao "Mal das Sete Voltas".

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Análise da variância para avaliação do ciclo original e ciclos I e II de seleção massal da cebola (Baia x Barreiro) e Composto Híbrido, feita com a regressão da porcentagem de plantas sobreviventes em relação aos ciclos de seleção. Piracicaba, SP., 1982/1983. Dados transformados em $\arcsin \sqrt{X}$.

Fontes de Variação	Baia x Barreiro		Composto Híbrido	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Blocos	14	15,8347	14	38,3358
Ciclos de Seleção	(2)	(810,0670)**	(2)	(941,6023)**
Regressão Linear	1	1608,6434**	1	1809,9440**
Regressão Quadrática	1	11,4906 n.s.	1	73,2606 n.s.
Erro	28	20,3996	28	38,7652
Equações de Regressão	Y = 26,35 + 7,32 X		Y = 21,25 + 7,77 X	

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

n.s.: Não significativo.

Tabela 12 - Progresso genético obtido da seleção massal em porcentagem da média, para resistência a *C. gloeosporioides* Penz., na cebola Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido. Piracicaba, SP. 1982/1983.

P o p u l a ç ã o	Ciclos	Resistência	
		% de sobre- vivência	% em relação ao ciclo inicial
Baia x Barreiro	C ₀	20,66	100,00
	C ₁	29,87	144,58
	C ₂	43,73	146,40
Baia x Excel x Barreiro	C ₀	19,73	100,00
	C ₁	25,07	127,06
Composto Híbrido	C ₀	16,09	100,00
	C ₁	21,60	134,24
	C ₂	37,87	175,32

8. FIGURAS

Figura 1 - Médias, por período de 10 dias, das temperaturas (—) e da umidade relativa do ar (---) registradas durante a condução dos experimentos. Piracicaba, SP., janeiro a dezembro de 1982 e janeiro a fevereiro de 1983. (Dados fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP).

Figura 2 - Frequências das resistências médias das progênies de meios irmãos da população Pira Ouro. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 3 - Frequências das resistências médias das progênes de meios irmãos da população Pira Lopes. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 4 - Frequências das resistências médias das progênie de meios irmãos da população Pira Rosa. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 5 - Frequências das resistências médias das progênie de meios irmãos da população Pira Tropical. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 6 - Porcentagem de mortalidade das progênies de meios irmãos, população Pira Ouro (P.O.), da respectiva amostra selecionada (P.S.) e das testemunhas resistente (T.R.) e suscetível (T.S.), causada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

EQUAÇÕES:

Progênies Originais (P.O.): $\hat{Y} = 0,0069 + 0,0336 X$

Progênies Selecionadas (P.S.): $\hat{Y} = 0,0188 + 0,0197 X$

Testemunha Resistente (T.R.): $\hat{Y} = -0,0329 + 0,0741 X$
(Barreiro)

Testemunha Suscetível (T.S.): $\hat{Y} = -0,1106 + 0,369 X$
(Texas Grano)

Figura 7 - Proporção ($\log_e \frac{1}{1-X}$) progressiva de mortalidade de plantas das progênies de meios irmãos, população Pira Ouro (P.O.), da respectiva amostra selecionada (P.S.) e das testemunhas resistente (T.R.) e suscetível (T.S.), cruzada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 10 - Porcentagem de mortalidade das progênies de meios irmãos, população Pira Rosa, da respectiva amostra selecionada e das testemunhas resistente e suscetível, causada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 11 - Proporção ($\log_e \frac{1}{1-X}$) progressiva de mortalidade de plantas das progênies de meios irmãos, população Pira Rosa, da respectiva amostra selecionada e das testemunhas resistente e suscetível, cruzada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 12 - Porcentagem de mortalidade das progênies de meios irmãos, população Pira Tropical, da respectiva amostra selecionada e das testemunhas resistente e suscetível, causada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 13 - Proporção ($\log_e \frac{1}{1-X}$) progressiva de mortalidade de plantas das progênies de meios irmãos, população Pira Tropical, da respectiva amostra selecionada e das testemunhas resistente e suscetível, causada por *C. gloeosporioides* Penz., em intervalos de sete dias pós-inoculação. Piracicaba, SP., 1982.

Figura 14 - Reação de resistência à *C. gloeosporioides* das respectivas gerações oriundas dos cruzamentos Baia x Barreiro, Baia x Excel x Barreiro e Composto Híbrido, incluindo aquelas submetidas a seleção massal. Piracicaba, SP, 1982/1983.

Figura 16 - Regressão linear da resistência de cebola à *C. gloeosporioides* em relação ao ciclo original, em função dos ciclos de seleção massal do composto Híbrido. Análise feita com os dados transformados em $\arcsin \sqrt{X}$. Piracicaba, SP., 1982/1983.