

RESISTÊNCIA EM CEBOLA (*Allium cepa* L.) À
Colletotrichum gloeosporioides Penz [Sensu ARX, 1957]

NORBERTO DA SILVA

Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Cyró 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 Genética e Melhoramento de Plantas.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Junho, 1976

À

Meus Pais

À

Memória do

Prof. *Marcílio* de Souza Dias

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, não sô pela sugestão do assunto e orientação desta dissertação, mas pela amizade, interesse científico, entusiasmo contagiante e dedicação ao trabalho, que foram responsáveis pela minha iniciação e formação científica.
- Ao Prof. Dr. Hiroshi Kimati, pelas críticas e sugestões apresentadas.
- A Eng.^a-Agr.^a Elocy Minussi, pelas sugestões e críticas.
- Aos Eng.^o-Agr.^o Magno Antonio Patto Ramalho e Eng.^o-Agr.^o Katuyuki Kinoshita, pelas sugestões e revisão do original.
- Aos Estagiários do Setor de Melhoramento de Hortaliças do Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo auxílio na instalação dos experimentos.
- Aos Funcionários do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	3
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 - Antecedentes e Agente Causal	5
3.2 - Resistência a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., em Cebola	12
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 - Local e Época da Investigação	14
4.2 - Isolados de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz.	14
4.3 - Técnica de Isolamento	15
4.4 - Substrato para Desenvolvimento das Plantas	15
4.5 - Preparo do Inóculo	16
4.6 - Técnica de Inoculação	16
4.7 - Critérios de Avaliação da Reação do Hospedeiro ..	17
4.8 - Experimento I - Efeito da Concentração de Inóculo e Idade de Plantas na Reação de Cultivares de Cebola a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	17
4.9 - Experimento II - Patogenicidade de Isolados de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., em Cebola	18

4.10 - Experimento III - Reação de Cultivares e Híbridos de Cebola a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	19
4.11 - Experimento IV - Reação de Populações Parentais Híbrido e Populações Segregantes do Cruzamento Baia x Barreiro a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	21
4.12 - Análise Genética e Estatística	22
5 - RESULTADOS	24
5.1 - Experimento I - Efeito da Concentração de Inóculo e Idade de Plantas na Reação de Cultivares de Cebola a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	24
5.2 - Experimento II - Patogenicidade de Isolados de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., em Cebola	25
5.3 - Experimento III - Reação de Cultivares e Híbridos de Cebola a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	26
5.4 - Experimento IV - Reação de Populações Parentais, Híbrido e Populações Segregantes do Cruzamento Baia x Barreiro a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	27
5.4.1 - Análise de variâncias e comparações de médias	27

	Página
5.4.2 - Herança da reação de cebola a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., Isolado IGe - 2	28
5.4.3 - Epidemiologia da Reação a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz., nos cultivares Baia , Barreiro e Gerações F ₁ e F ₂	29
6 - DISCUSSÃO	30
7 - CONCLUSÕES	40
8 - SUMMARY	41
9 - LITERATURA CITADA	43
10 - APÊNDICE	48

1 - RESUMO

Colletotrichum gloeosporioides, Penz (sensu ARX, 1957) , é o organismo causador de uma doença de cebola denominada "Mal de Sete Voltas" de ocorrência endêmica nas principais áreas produtoras de cebola no Brasil.

Esta pesquisa visou estabelecer a metodologia para caracterizar reação do hospedeiro, fontes de resistência e herança da resistência de cebola a *Colletotrichum 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 esporos/ml e a idade de plantas de quinze dias, foi mais adequada para discriminar entre resistência e suscetibilidade dos cultivares de cebola. Entre trinta e sete cultivares de cebola, Barreiro, um cultivar local, foi a mais resistente, enquanto que a espécie *Allium porrum* L. representada por três cultivares foi imune.

A patogenicidade de três isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, diferiu quanto a níveis de agressividade. O isolado IGe - 2 de agressividade intermediária, foi utilizado nas avaliações de resistência.

A herança da resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*, com base no cruzamento Baia x Barreiro foi de natureza poligênica e aditiva.

2 - INTRODUÇÃO

A cebola é a segunda hortaliça de expressão econômica no Brasil.

Entre os fatores limitantes da cultura de cebola convem ressaltar que as doenças constituem um problema de difícil controle quando as condições são favoráveis às mesmas.

As doenças de cebola, Raiz Rosada (*Pyrenochaeta terrestris*), *Alternaria porri*, *Botrytis cinerea* e Míldio (*Peronospora destructor*) tem merecido maior atenção na pesquisa. Entretanto, ocorre no Brasil de maneira endêmica uma doença de cebola nas principais áreas de produção, que é tipicamente brasileira, e recebe a denominação vulgar de "Mal de Sete Voltas".

É uma doença de sintomas múltiplos, tais como, enrolamento e distorção foliar, lesões foliares, clorose, anomalias e apodrecimento de bul

bos e mesmo "damping off" de plântulas. Essa multiplicidade de sintomas tem trazido controvérsias com relação ao agente causal do Mal de Sete Voltas.

O patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. causa sintomas típicos do Mal de Sete Voltas.

O controle químico da doença tem sido inconsistente e o único produto promissor tem sido Benlate. A experiência em outras culturas mostra que o uso continuado de fungicidas sistêmicos permite o aparecimento de mutantes resistentes que reduzem a eficácia do controle químico.

Um dos métodos mais eficientes para o controle de doenças é o uso de cultivares resistentes.

O melhoramento visando resistência genética à doenças necessita de informações tais como: fontes de resistência, metodologia que permita discriminação adequada e consistente entre resistência e suscetibilidade, bem como modo de herança da reação do hospedeiro.

O presente estudo visou esclarecer os seguintes aspectos:

- 1 - Concentrações de inóculo e idade de plantas ideais para discriminar a reação do hospedeiro;
- 2 - Determinar fontes de resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* que possam ser utilizadas em programas de melhoramento;
- 3 - Estabelecer o modo de herança da resistência em cebola à *Colletotrichum gloeosporioides*.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - ANTECEDENTES E AGENTE CAUSAL

Mal de Sete Voltas foi pela primeira vez denominado por DESLANDES (1944) para uma doença de cebola que ocorreu nos municípios gauchos de São José do Norte e Rio Grande, em 1940. Em 1941, esse mesmo autor relatou a ocorrência da doença em cebolais de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro, e em 1942 em vários municípios mineiros. Os sintomas característicos da doença descritos por DESLANDES (1944) expressavam-se pela ocorrência de plantas cloróticas, tendendo ao acamamento, folhas enrodilhadas seguidas de um secamento progressivo a partir das pontas das folhas, formação de bulbos não comerciais e apodrecimento.

CAMPACCI (1961) estudou a ocorrência da doença denominada "Cachorro Quente" em municípios ceboleiros de São Paulo, principalmente na chamada cultura de soqueira.

Em Pernambuco, o Mal de Sete Voltas ocorreu de maneira epidêmica em 1960 e 1964, porém sem nenhuma expressão nos anos de 1961, 1962 e 1963 (AQUINO e WANDERLEY, 1966).

Embora DESLANDES (1944) tenha encontrado fungos do gênero *Colletotrichum* nas folhas de cebolas atacadas, atribuiu como causa do apodrecimento basal dos bulbos, fungos do gênero *Rhizoctonia* e bactérias do solo. Como agente causal do Mal de Sete Voltas, DESLANDES (1944), sugeriu o vírus "Yellow Dwarf" conhecido em outros países, especialmente na Europa.

A hipótese de um vírus responsável pelo Mal de Sete Voltas foi definitivamente afastada por COSTA *et alii* (1966). Em Piedade, Estado de São Paulo, dois quadros sintomatológicos distintos foram encontrados em plantas de cebolas doentes, segundo COSTA *et alii* (1966). O primeiro com plantas menores do que o normal, com mosaico em faixas ao longo das folhas, foi caracterizado pelos autores como mosaico em faixa. O segundo tipo de sintomas era constituído por plantas cloróticas, com folhas alongadas, tendência de enrolamento e formação anômala de bulbos, identificáveis com o quadro sintomatológico típico apresentado pelo Mal de Sete Voltas.

CAMPACCI (1961) no seu relato sobre Mal de Sete Voltas em cebola atribuiu a *Colletotrichum chardonianum* Nolla como agente responsável e LUZ e FONSECA (1964) no Rio Grande do Sul, a *Colletotrichum sp.*

AQUINO e WANDERLEY (1966) observaram material de cebola doente apresentando como sintomas, "pescoços" rígidos, curvatura e enrolamento das folhas, ausência de formação de bulbos, lesões escuras nos bulbos e ocasional

mente apodrecimento basal dos bulbos. Com base na sintomatologia descrita por autores anteriores, AQUINO e WANDERLEY (1966) consideraram a doença ocorrendo em cebolais do Vale do São Francisco, como sendo o Mal de Sete Voltas. Diversos fungos foram encontrados causando lesões foliares em plantas doentes de cebola com sintomas de Mal de Sete Voltas, tais como: *Alternaria sp.*, *Helminthosporium sp.* e *Cladosporium sp.* Em 90% dos casos, contudo, foram encontrados fungos do gênero *Colletotrichum*. Isolados foram enviados para a Holanda e identificados pelo Centraalbureau voor Schimmelcultures, como sendo a espécie *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Inoculação de sementes com *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. causou "damping off" nas plântulas a partir de oito a vinte dias após a emergência. Plantas adultas do cultivar "Pera" (Baia Periforme) e Amarela Chata das Canárias, com idade de setenta a oitenta dias inoculadas por ferimento na região do colo, pulverização foliar e no solo, apresentaram sintomas típicos ao do Mal de Sete Voltas observados em condições de campo.

Reisolamentos posteriores em material infectado do cultivar "Pera" constataram a presença de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Cabe ressaltar que *Colletotrichum chardonianum* Nolla, descrito como responsável pelo "Cachorro Quente" da cebola em São Paulo (CAMPACCI, 1961) enviados juntamente com culturas de *Colletotrichum* obtidas nos cebolais do Vale do São Francisco foram identificados como uma única espécie, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Na verdade, ARX (1957) considera o *Colletotrichum chardonianum* Nolla e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. como sinônimos.

Além do Brasil os únicos relatos da ocorrência de *Colletotrichum chardonianum* Nolla e *Colletotrichum avena* foram na Itália e Porto Rico causando lesões foliares em cebola (CHUPP e SHERF, 1960). Nos Estados Unidos o fungo *Colletotrichum circinans* (Berk) Vogl é amplamente conhecido como o agente causal de podridões de bulbos de cebolas (RIEMANN, 1931 ; CLARK *et alii* , 1944 ; WALKER, 1952). No Brasil *Colletotrichum circinans* foi relatado por DESLANDES (1944). *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. e *Colletotrichum circinans* (Berk) Vogl são diferenciados com base na morfologia e na patogenese. Quanto a morfologia os esporos de *Colletotrichum circinans* são fusiformes, unicelulares, hialinos ou levemente coloridos, algumas vezes curvos e obtusos no ápice dos esporos. Os esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* apesar de serem também hialinos e unicelulares são ovóides e oblongos, algumas vezes curvos (BARNETT e HUNTER, 1972). Quanto a patogenicidade de *Colletotrichum circinans* , WALKER (1924) ; RIEMAN (1931) e CLARK *et alii* (1944) constataram somente podridão de bulbos. Verificaram ainda que bulbos coloridos, mostram resistência, enquanto bulbos brancos são altamente suscetíveis. A patogenicidade de *Colletotrichum gloeosporioides* segundo MINUSSI (1974) independe da coloração de bulbos porque este fungo foi isolado a partir de bulbos roxos. A evidência apresentada por MINUSSI (1974) não corrobora a afirmativa de GALLI *et alii* (1968) de que o chamado Mal de Sete Voltas seja causado por *Colletotrichum circinans*.

ROBBS e RIBEIRO (1966) no entanto colocaram em dúvida que *Colletotrichum gloeosporioides* seja o agente causal do Mal de Sete Voltas, com base em observações de material de cebola provenientes de Cabobró e Belém do São Francisco, Pernambuco.

Suas contestações baseiam-se nos seguintes aspectos:

- a) Ocorrência de amplas áreas de culturas de cebola com sintomas de Mal de Sete Voltas sem a presença do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.;
- b) Ocorrência de sintomas de antracnose nas folhas associados com a presença do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* sem necessariamente haver sintomas típicos do Mal de Sete Voltas.

Na maioria do material estudado, ROBBS e RIBEIRO (1966) isolaram fungo do gênero *Fusarium*, desenvolvendo-se internamente na região da gema vegetativa. Inoculações de solo com *Fusarium* em cebola causaram sintomas considerados típicos do Mal de Sete Voltas, tais como, alongamento da região do colo seguido de acamamento, enrodilhamento das folhas e atraso na formação de bulbos. Somente em 30% dos casos contudo houve morte das plantas. Dois bulbos do material estudado apresentaram infecção com *Colletotrichum gloeosporioides* na região basal, que foi atribuído a contaminação. Inoculações foliares com *Colletotrichum gloeosporioides* provocaram lesões típicas de antracnose porém, inoculações no solo e raízes sempre redundaram em morte das plantas pelo apodrecimento basal. O apodrecimento basal causado por *Colletotrichum gloeosporioides* foi precedido de enrodilhamento das folhas centrais, sintomas considerados diferentes do Mal de Sete Voltas causado por *Fusarium*.

A ausência da associação constante de *Colletotrichum gloeosporioides* com o Mal de Sete Voltas, a diferença de sintomatologia provocada pelos dois patógenos, bem como o fato de que *Colletotrichum gloeosporioides* não é um fungo de solo ao contrário de *Fusarium* levou ROBBS e RIBEIRO (1966) postularem ser *Fusarium* o patógeno causador do Mal de Sete Voltas em cebola.

AQUINO e WANDERLEY (1973) observaram diferenças de sintomatologia em inoculações artificiais de vários isolados de *Fusarium* quando comparados a *Colletotrichum gloeosporioides* indiferentemente dos métodos de inoculação empregados. Inoculações com *Colletotrichum gloeosporioides* provocaram consistentemente enfezamento, clorose geral, enrolamento da parte aérea e bulbos com podridões basais. Os isolados de *Fusarium* testados provocaram menor incidência de mortalidade, além do que os autores chamaram de "sintomatologia desigual e de pouca semelhança com o Mal de Sete Voltas". A baixa mortalidade de plântulas causadas por *Fusarium*, foi explicada pela fraca agressividade dos isolados testados.

Em trabalho posterior ROBBS *et alii* (1972) conseguiram isolar exclusivamente *Fusarium oxysporum* f. *cepa*e de plantas afetadas, e com sintomas considerados típicos do Mal de Sete Voltas. A inoculação de filtrado estéril de culturas de *Fusarium* provocou sintomas idênticos aos causados por inoculação com o patógeno.

Filtrado esteril de *Aspergillus niger* induziu retorcimento de folhas e paralização do crescimento das plantas inoculadas, mas que segundo ROBBS *et alii* (1972) não são sintomas característicos do Mal de Sete Voltas. Infelizmente *Colletotrichum gloeosporioides* não foi incluído para comparação de sintomas e estabelecer conclusivamente o agente causal do Mal de Sete Voltas.

ROBBS *et alii* (1972) admitiram a existência de certos biótipos exclusivos de *Fusarium oxysporum* f. *cepa*e capazes de causar sintomas do Mal de Sete Voltas.

Com base na revisão da literatura é difícil estabelecer se *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. *cepae* ou ambos são responsáveis pela doença de cebola chamada Mal de Sete Voltas. Porém ambos os fungos são patogênicos a cebola. *Colletotrichum gloeosporioides* causa lesões típicas de antracnose nas folhas a partir de inoculações foliares. Em inoculações 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). Fungos do gênero *Fusarium* classificados por ROBBS e RIBEIRO (1966) como *Fusarium oxysporum* f. *cepae*, são também patogênicos à cebola quando inoculados no solo (ROBBS e RIBEIRO, 1966 ; ROBBS *et alii*, 1972 e AQUINO e WANDERLEY, 1973).

A controvérsia com relação ao agente causal do Mal de Sete Voltas parece basear-se nos seguintes fatos:

- a - Desigualdade de sintomas para o que os diferentes autores cognominaram como Mal de Sete Voltas.
- b - Ausência de associação constante de fungos do gênero *Colletotrichum* com o que ROBBS e RIBEIRO (1966) e ROBBS *et alii* (1972) chamam de Mal de Sete Voltas.
- c - Presença de fungos do gênero *Fusarium* mesmo em plantas sadias (AQUINO e WANDERLEY, 1973). Explicável pela existência de somente determinados biótipos capazes de causarem sintomas típicos do Mal de Sete Voltas.

Fusarium oxysporum f. *cepae* é relatado em vários países da Europa, Estados Unidos e Canadá. Não existe porém na literatura (KEHR *et alii*, 1962) nenhuma descrição de sintomas típicos do que é chamado por

ROBBS e RIBEIRO (1966) e ROBBS *et alii* (1972) de Mal de Sete Voltas, o que supõe a existência de biótipos capazes de produzirem sintomas de Mal de Sete Voltas, ocorrerem somente no Brasil ou não terem sido ainda relatados em outros países.

d - Sintomas de enrolamento em cebola podem ser causados por vários motivos, como por exemplo outros fungos como *Aspergillus niger* (ROBBS *et alii*, 1972).

3.2 - RESISTÊNCIA A *Colletotrichum gloeosporioides* PENZ. EM CEBOLA (*Allium cepa* L.)

COSTA *et alii* (1974) inocularam vinte cultivares de cebola com o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em condições de casa de vegetação na fase juvenil.

No primeiro ensaio, utilizaram mudas com sessenta dias de idade e concentrações de inóculo de $1,5 \times 10^3$ e $1,5 \times 10^6$ esporos/ml. Através de avaliação visual classificaram como resistentes os cultivares Barreiro, Vermelhinha do São Francisco (*Allium cepa* var. *aggregatum* L.) e o híbrido F₁ Baia x Barreiro.

Somente a concentração de inóculo de $1,5 \times 10^6$ esporos/ml foi eficiente em discriminar a resistência dos cultivares. Num segundo ensaio os cultivares foram classificados de acordo com a porcentagem de plantas resistentes trinta dias após a inoculação em plantas com quinze dias de idade.

O cultivar Texas Grano 502 , foi o mais suscetível, apresentando 14,28% de plantas com ausência de sintomas, em contraposição ao cultivar Barreiro e ao híbrido F₁ Baia x Barreiro, com respectivamente 71,62 e 73,40% de plantas com ausência de sintomas.

Ressaltaram a presença de variabilidade genética para resistência à *Colletotrichum* no cultivar Baia Periforme Precoce Piracicaba.

A resistência do cultivar Barreiro já havia sido demonstrada juntamente com a do cultivar Pera Morte em concentrações de inóculo de até 8×10^5 esporos/ml por DODO e KIMATI (Comunicação Pessoal).

COSTA *et alii* (1975) estudaram o comportamento de nove cultivares de cebola em condições de campo, pós-plantio, com relação a *Colletotrichum gloeosporioides* , através de inoculação artificial. Para uma concentração de inóculo de 1×10^6 esporos/ml, os dados indicaram diferenças marcantes entre os cultivares. O cultivar Texas grano 502 e Red Creole foram os mais suscetíveis, enquanto que o cultivar Barreiro, Roxinha de Belém (*Allium cepa* var. *aggregatum*) e o híbrido F₁ Baia x Barreiro apresentaram as maiores frequências de plantas resistentes, confirmando assim os resultados obtidos por COSTA *et alii* (1974) em condições de casa de vegetação.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - LOCAL E ÉPOCA DA INVESTIGAÇÃO

O presente estudo foi realizado na Casa de Vegetação do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, de Setembro de 1975 a Março de 1976.

4.2 - ISOLADOS DE *Colletotrichum gloeosporioides* Penz

Utilizaram-se três isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* obtidos de material com sintomas típicos do Mal de Sete Voltas.

Isolado	Procedência
IGe - 1	Bulbo infectado , Belém do São Francisco (PE)
IGe - 2	Folhas com lesões , Belém do São Francisco (PE)
IGe - 3	Instituto Biológico , São Paulo (SP)

4.3 - TÉCNICA DE ISOLAMENTO

Os isolamentos iniciais foram obtidos em meio de BDA (Batata-Dextrose-Agar). Eliminaram-se contaminações bacterianas por repicagem dos bordos da colônia obtida de discos de micélio em meio de Agar-Água.

A partir de colônias esporulantes em meio de BDA , fez-se uma suspensão de esporos em água estéril e plaqueou-se em meio de BDA , obtendo-se culturas monospóricas. Cada isolado, portanto, foi representado por uma única cultura monospórica, afim de reduzir a variabilidade do patógeno.

4.4 - SUBSTRATO PARA DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

O substrato utilizado em todos os experimentos, para o desenvolvimento das plantas, apresentou a seguinte constituição:

- Duas partes de terra roxa peneirada,
- Uma parte de esterco peneirado,
- Uma parte de areia peneirada.

A mistura foi autoclavada por duas horas, a uma atmosfera de pressão antes de ser utilizada.

4.5 - PREPARO DO INÓCULO

No preparo do inóculo uma suspensão de esporos do patógeno foi semeada em meio de Aveia-Agar , segundo técnicas descritas por REMIRO e KI MATI (1975). Após a semeadura, as placas foram mantidas sob regime de luz contínua e temperaturas que variaram de 25 a 28^oC . Após doze dias procedeu-se a coleta de esporos pela lavagem das placas com 30 ml de água estéril por placa. A concentração de esporos foi determinada por meio de Hemaci to me tro N e u b a u e r sob microscópio, aumento 10 X . Com posterior diluição obteve-se a concentração de inóculo adequada para cada experimento.

4.6 - TÉCNICA DE INOCULAÇÃO

A inoculação foi feita no solo adotando-se o critério de aplicar um volume constante da suspensão de esporos por unidade experimental. Para cada litro da suspensão de esporos foi adicionado 0,1 ml do espalhante adesivo Tween-20 .

4.7 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA REAÇÃO DO HOSPEDEIRO

A reação do hospedeiro foi avaliada pelo que convencionou-se de nominar de índice de sobrevivência, baseado no critério de ACOSTA *et alii* (1964), para a doença Murcha Bacteriana do tomateiro. O índice de sobrevivência expressa o número de dias de sobrevivência das plantas em solo infestado com *Colletotrichum gloeosporioides*.

O índice de sobrevivência (I_s) é expresso pela fórmula:

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

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.

O critério tradicional de porcentagem de plantas resistentes trinta dias após a inoculação, utilizado por COSTA *et alii* (1974) foi utilizado conjuntamente com o índice de sobrevivência no experimento IV.

4.8 - EXPERIMENTO I - Efeito da concentração de inóculo e idade de plantas na reação de cultivares de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, Isolado IGe - 2

Utilizaram-se cultivares de cebola Baía Piracicaba, Barreiro, Red Creole e o híbrido F_1 Baía x Barreiro.

A semeadura foi feita em placas de barro com dimensões de 15 x 15 cm a intervalos de quinze dias afim de obterem-se plantas com quinze e

trinta dias de idade pós-semeadura para inoculação. Para cada placa de barro utilizou-se 50 ml de suspensão de esporos, abrangendo cinco concentrações de inóculo: 1×10^5 ; 5×10^5 ; 1×10^6 ; $1,5 \times 10^6$ e $2,5 \times 10^6$ esporos/ml.

O delineamento experimental foi parcelas sub-sub-divididas com três repetições, além de testemunhas não inoculadas para detectar possíveis contaminações. A parcela constou de concentração de inóculo, enquanto que a sub-parcela, de idade de planta e a sub-sub-parcela, de cultivares.

O critério de avaliação da reação do hospedeiro foi o índice de sobrevivência. Nesse experimento, efetuaram-se avaliações de plantas mortas em intervalos de dez dias, totalizando um período de trinta dias.

4.9 - EXPERIMENTO II - Patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. em cebola

Os isolados e respectivas origens constam do item 3.2 . Para determinação de suas patogenicidades utilizaram-se os cultivares Baia Piracicaba, Texas Grano 502 , Red Creole e Barreiro.

O delineamento experimental foi parcelas sub-divididas, com três repetições, além de testemunhas não inoculadas. A parcela constou de isolados e a sub-parcela de cultivares.

A semeadura foi feita em placas de barro com dimensões de 15 x 15 cm. Para cada placa de barro utilizou-se 50 ml de suspensão de esporos de concentração 1×10^6 esporos/ml. Antes da inoculação, quinze dias após a semeadura, procedeu-se a contagem das plantas. A avaliação da rea-

ção do hospedeiro e patogenicidade foi baseada no critério de índice de sobrevivência.

4.10 - EXPERIMENTO III - Reação de cultivares e híbridos de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2

Quarenta populações envolvendo cultivares e híbridos F_1 de cebola foram submetidas a triagem com relação a reação ao patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* e constam da seguinte relação com as respectivas origens:

Populações	Origem
Composto Baia de Bulbinho	Instituto de Genética
Barreiro (C - 72-91)	Instituto de Genética
Red Creole	Ferry Morse - U.S.A.
F_1 - Baia x Barreiro	Instituto de Genética
Cebola do Egito	Plino Werner - Egito
Texas Grano 502	Asgrow - U.S.A.
Roxa de Belém	E. E. Jatiña - Pernambuco
Baia R 7 V	Instituto de Genética
Excel	Asgrow - U.S.A.
Pera Norte (José Neves Louro)	Rio Grande do Sul
Canarias Roxa	Tenerife - Espanha
Madeira Chata	Portugal
Californian Red	Yates - Australia

Continua ...

Continuação

Populações	Origem
White Creole	Niagara - U.S.A.
Torontina	Chile
Calderana	Chile
Yellow Creole	Dessert - U.S.A.
Branca Chata	Instituto de Genética
Roxa Chata	Instituto de Genética
Bolero (F ₁)	Royal Sluis - Holanda
Pera Yellow	Dessert - U.S.A.
Granex (F ₁)	Dessert - U.S.A.
Hybrid R-2151 (F ₁)	Ohlsen Enke - Dinamarca
Australian Brown	Ferry Morse - U.S.A.
Valenciana Temprana	Itália
Hojem C-33413	África do Sul
Caledon Globe	África do Sul
Ringer Grano (F ₁)	Dessert - U.S.A.
Gold (F ₁) - PRR	Dessert - U.S.A.
Barreiro (C - 58-68)	Instituto de Genética
Baia Periforme (José Neves Louro)	Rio Grande do Sul
Baia do Cedo MJ I , SEL-B	Instituto de Genética
Composto Baia MJ I , SEL-A	Instituto de Genética
Baia do Cedo MJ II, SEL-A	Instituto de Genética
<i>Allium cepa</i> var. <i>Aggregatum</i> L.	Montes Claros - Minas Gerais
<i>Allium porrum</i> L. - Giant Musselburg	Dessert - U.S.A.
<i>Allium porrum</i> L. - Elephant	Dessert - U.S.A.
<i>Allium porrum</i> L. - American Flag	Dessert - U.S.A.
Baia do Cedo II	Isla - Rio Grande do Sul
F ₁ Baia x Barreiro	Agroflora - São Paulo

A semeadura foi feita em caixas de madeira com dimensões de 36 x 52 cm , em linhas, sendo que cada caixa continha dez cultivares.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, além de testemunhas não inoculadas. Cada bloco constou portanto de quatro caixas. O número de plantas nos cultivares de cebola variou de dez a trinta por parcela, que foram contadas quinze dias após a semeadura , quando procedeu-se a inoculação. Cada caixa recebeu um volume de 150 ml de uma suspensão de esporos de concentração 1×10^6 esporos/ml.

Adotou-se neste experimento, a avaliação de plantas mortas com intervalos de cinco dias a partir do décimo dia após a inoculação, totalizando um período de trinta dias.

4.11 - EXPERIMENTO IV - Reação de populações parentais, híbrido e populações segregantes do cruzamento Baia x Barreiro a *Colletotrichum gloeosporioides*, Penz., Isolado IGe - 2

O material de cebola constou dos cultivares Baia, Barreiro e populações F_1 , F_2 , F_4 e F_5 resultantes do cruzamento Baia x Barreiro.

A semeadura de cada população de cebola foi realizada em metade de caixa de madeira com dimensões 36 x 52 cm. Para o estudo de herança houve necessidade de um maior número de plantas por população.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições além da testemunha não inoculada. Cada bloco, constou portanto, de três caixas contendo as seis populações de cebola. O número de plantas

por parcela variou de 30 a 250 , contadas antes da inoculação aos quinze dias de idade. A concentração de inóculo foi de 1×10^6 esporos/ml e a técnica de inoculação e avaliação foram as mesmas descritas para o experimento III.

4.12 - ANÁLISE GENÉTICA E ESTATÍSTICA

Para fins de análise estatística os dados obtidos em índice de sobrevivência foram transformados em raiz quadrada do índice de sobrevivência. O Teste de Tukey para não aditividade, citado por SNEDECOR e COCHRAN (1973) indicou a necessidade de transformação dos dados, bem como, o modelo de transformação:

A porcentagem de sobrevivência foi transformada em $\text{arc sen } \sqrt{\text{porcentagem}}$, segundo sugestão de SNEDECOR e COCHRAN (1973).

As comparações entre médias foram feitas pelo teste de Tukey , de acordo com PIMENTEL GOMES (1966).

Para as estimativas dos parâmetros genéticos utilizando médias dos cultivares Barreiro, Baia e gerações F_1 , F_2 , F_4 e F_5 utilizou-se a metodologia de GARDNER (1965) e GARDNER e PATERNIANI (1967). Como o número de equações utilizadas para a estimativa dos parâmetros genéticos foi maior do que o número de parâmetros, o método dos quadrados mínimos foi aplicado para se obterem as estimativas.

Adotando-se o critério que Mal de Sete Voltas, constitui-se em uma doença de ciclo simples, sua caracterização epidemiológica foi feita transformando a proporção de plantas mortas em

$$\text{Log}_e \frac{1}{1-x}$$

segundo VAN DER PLANCK (1963). Estimaram-se os coeficientes de regressão e as respectivas equações de regressão através do método de regressão polinomial de acordo com PIMENTEL GOMES (1966).

5 - RESULTADOS

5.1 - EXPERIMENTO I - Efeito da concentração de inóculo e idade de plantas na reação de cultivares de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2

Os resultados do Experimento I constam da Tabela 1 , bem como da Figura 1 . A respectiva análise de variância dos dados encontra-se na Tabela 2 .

Ocorreram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F , para efeito de concentrações de inóculo, idade de plantas e cultivares. As interações concentração de inóculo x idade de plantas, concentração de inóculo x cultivares e idade de plantas x cultivares não foram significativas.

A reação do hospedeiro foi consistente para níveis de concentração de inóculo, bem como para idade de plantas.

As comparações entre médias de cultivares e concentração de inóculo, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade encontram-se na Tabela 3 .

A medida que as concentrações de inóculo aumentam, há uma tendência em reduzir o índice de sobrevivência para todos os cultivares e ambas as idades. A menor concentração de inóculo permite as plantas sobreviverem em média, o dobro do número de dias em solo infestado, em relação à maior concentração de inóculo.

Para todas as idades de plantas e concentrações de inóculo utilizadas, o cultivar Barreiro apresentou o maior índice de sobrevivência, diferindo em média de todos os demais cultivares. O índice de sobrevivência de plantas inoculadas aos quinze dias de idade (6,05 dias) foi significativamente menor do que quando a inoculação se deu aos trinta dias (8,57 dias), de acordo com um teste F (Tabela 2).

5.2 - EXPERIMENTO II - Patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., em cebola

Os resultados do Experimento II e as respectiva análise de variância constam das Tabelas 4 e 5 .

Os isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* diferiram estatisticamente entre si pelo teste F , bem como os cultivares. A interação i solado x cultivares mostrou-se não significativa, o que indica que a reação

dos cultivares não foi diferencial em relação aos isolados testados. O isolado IGe - 1 diferiu do isolado IGe - 3 porém ambos não diferiram significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade do isolado IGe - 2 .

Sob o ponto de vista de patogenicidade, é evidente que o isolado IGe - 3 foi o mais agressivo dos isolados testados. O isolado IGe - 2 foi intermediário, enquanto que o IGe - 1 foi o menos agressivo.

O cultivar Barreiro não diferiu do cultivar Baia, mas foi superior em termos de índice de sobrevivência aos restantes.

5.3 - EXPERIMENTO III - Reação de cultivares e híbridos de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2

Os resultados do Experimento III e respectivas médias constam da Tabela 6 , a análise de variância da Tabela 7 .

Os cultivares diferiram estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F . Os cultivares de cebola apresentaram um índice de sobrevivência variando de 18,44 dias como no cultivar Barreiro até 3,31 dias como no híbrido Granex. As comparações entre médias de índice de sobrevivência dos cultivares pelo Teste de Tukey a 5% , encontram-se na Tabela 6 .

Os cultivares de alho-porro (*Allium porrum* L.) mostraram-se imunes, porque tiveram o máximo de sobrevivência até o término do experimento. Os cultivares Barreiro, Branca Chata, Roxa Chata, apresentaram um comportamento estatisticamente não significativo comparados com *Allium porrum* L. , e superaram todos os cultivares com índice de sobrevivência inferior a 6,13

dias. Os cultivares e híbridos relacionados com Excel e Texas Grano, foram os que apresentaram menores índices de sobrevivência.

5.4 - EXPERIMENTO IV - Reação de populações parentais, híbrido e populações segregantes do cruzamento Baia x Barreiro a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2

5.4.1 - Análise de Variância e Comparação de Médias

Os resultados do Experimento IV, expressos em índice de sobrevivência, constam da Tabela 8, e a respectiva análise de variância da Tabela 9.

As populações diferiram entre si estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os contrastes entre médias das populações pelo teste de Tukey apresentados na Tabela 8, mostraram que as gerações F_1 , F_2 , F_4 e F_5 não diferiram entre si nem dos Pais Barreiro e Baia. Contudo Barreiro diferiu do cultivar Baia Piracicaba ao nível de 5% de probabilidade. O híbrido F_1 e as gerações segregantes constituem um grupo intermediário entre as duas populações parentais. Nas condições do Experimento IV o cultivar Barreiro apresentou o dobro de sobrevivência, com 20,75 dias em relação ao cultivar Baia Piracicaba.

Os resultados do Experimento IV , expressos em porcentagem de sobrevivência de plantas trinta dias pós-inoculação, constam da Tabela 10 , e a respectiva análise de variância da Tabela 11 .

Ocorreram diferenças estatísticas entre populações ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F . A reação das populações parentais, híbrido e segregantes do cruzamento Baia x Barreiro , expressa pela porcentagem de sobrevivência trinta dias pós-inoculação foi igual ao expresso pelo índice de sobrevivência.

5.4.2 - Herança da Reação de Cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2

As estimativas dos parâmetros genéticos, média geral, efeito do cultivar Baia , efeito do cultivar Barreiro, e heterose do cruzamento Baia x Barreiro, encontram-se na Tabela 12 , para o caráter índice de sobrevivência, bem como para o caráter porcentagem de sobrevivência.

O teste F para os desvios do modelo, para ambos os caracteres de reação do hospedeiro ao patógeno mostrou-se não significativo, como pode ser visto na Tabela 13 . Assim demonstrou-se que as estimativas obtidas através do modelo teórico, com ausência de epistase, são válidas e satisfeitas.

A heterose tanto para o caráter índice de sobrevivência como porcentagem de sobrevivência, não diferiu estatisticamente de zero pelo teste T . Significa que a herança da reação de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* é de natureza aditiva, ou que efeitos de dominância porventura existentes nos cultivares, cancelam-se uns aos outros.

5.4.3 - Epidemiologia da Reação a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., nos Cultivares Baia , Barreiro e Gerações F₁ e F₂

A porcentagem de plantas mortas em intervalos de cinco dias pós-inoculação, para os cultivares Baia, Barreiro, Gerações F₁ e F₂ constam da Figura 2 .

A mortalidade do cultivar Barreiro ocorre de maneira mais lenta quando comparada com o cultivar Baia Piracicaba, resultando assim em uma menor taxa de mortalidade. As gerações F₁ e F₂ mostraram-se intermediárias entre as populações parentais.

A proporção progressiva de mortalidade de plantas, expressa em $\text{Log}_e \frac{1}{1-x}$ das populações de cebola, em intervalos de cinco dias pós-inoculação encontra-se na Figura 3 .

A significância da regressão linear da mortalidade de plantas nas populações parentais, gerações F₁ e F₂ em relação ao tempo demonstrou uma resposta linear da doença, o que pode ser visto na Tabela 14 . Os resultados indicam um comportamento diferencial dos cultivares em relação a doença.

O coeficiente de regressão para o cultivar Baia, no valor de 0,11 , quando comparado ao cultivar Barreiro com valor de 0,03 , indica que o progresso da doença é maior no cultivar Baia. As gerações F₁ e F₂ mostraram comportamento intermediário.

6 - DISCUSSÃO

O índice de sobrevivência de cultivares de cebola com relação a estágios de desenvolvimento de plantas, demonstrou que a reação de cultivares, é indiretamente proporcional a idade de planta. A inoculação com trinta dias pós-semeadura, em qualquer dos cultivares e para qualquer concentração de inóculo, permite a sobrevivência das plantas por um período maior em solo infestado do que quando a inoculação é feita em plantas mais jovens (quinze dias).

Elevadas concentrações de inóculo, tendem a eliminar rapidamente mesmo os cultivares que apresentam certo nível de resistência como Barreiro e Baia.

Baixas concentrações de inóculo, tais como, 5×10^5 esporos/ml não foram eficientes em discriminar a reação de resistência e suscetibilidade entre cultivares. Nas condições do presente trabalho, a concentração de 1×10^6 esporos/ml foi a mais adequada na discriminação entre a reação de resistência e suscetibilidade dos cultivares. Sob o ponto de vista de seleção e estudos de herança da reação de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*, nem sempre é desejável utilizar concentrações de inóculo extremas, que causem maior ou menor severidade da doença. A mais adequada foi a de 1×10^6 esporos/ml para diferenciar a reação de suscetibilidade do cultivar Red Creole, em relação a resistência do cultivar Barreiro.

O comportamento do híbrido F_1 Baia x Barreiro é de certo modo contraditório aos resultados obtidos por COSTA *et alii* (1974) com inoculações artificiais de solo em condições de casa de vegetação. A reação do híbrido Baia x Barreiro segundo os autores, foi semelhante a do cultivar Barreiro, em termos de porcentagem de plantas resistentes, o que os levou a sugerir herança monogênica dominante da resistência. Apesar dos parâmetros empregados para avaliação da resistência no presente trabalho e por COSTA *et alii* (1974), serem diferentes, existe equivalência. Se determinado cultivar tem maior sobrevivência em solo infestado, ao final do mesmo período de tempo deve apresentar também maior número de plantas sobreviventes.

Na realidade o híbrido Baia x Barreiro tem uma reação de resistência intermediária em relação à reação extrema dos pais. A aparente discrepância dos resultados obtidos no presente estudo e o trabalho de COSTA *et alii* (1974) poderia ser em parte explicada pela menor severidade da doença em condições de temperaturas decrescentes.

No campo ocorrem alterações de condições ambientais favoráveis à doença, que promovem oportunidade dos cultivares com maior índice de sobrevivência, de suplantar a doença e completar o ciclo com maior porcentagem de plantas resistentes.

Deve-se reconhecer o fato de que o patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* é mais crítico no estágio de pós-transplante da cultura, onde raramente as concentrações de inóculo atingem os níveis empregados no presente estudo.

A espécie *Allium porrum* L. representada por três cultivares mostrou-se imune ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Segundo VAN DER PLANCK (1968), imunidade é completa e absoluta, enquanto que resistência é parcial e relativa. Em *Allium cepa* L. observou-se na realidade níveis de resistência. Tanto assim que a resistência expressa por índice de sobrevivência em trinta e sete cultivares de cebola ocorreu de uma maneira contínua, desde uma reação de extrema suscetibilidade, como no híbrido Granex, até altos níveis de resistência como no cultivar Barreiro.

Condições de alta temperatura e umidade, em casa de vegetação favorecem o desenvolvimento do patógeno e o progresso da doença. Outro fator que aumenta a severidade da doença, é a esporulação de plantas suscetíveis ao lado ou em mistura com plantas resistentes. Como demonstrado anteriormente, o aumento da concentração de inóculo diminui a reação de resistência dos cultivares.

Admitindo-se que a resistência de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*, seja horizontal, deve-se considerar a afirmativa de VAN DER PLANCK (1975) que em parcelas pequenas nem sempre esse tipo de resistência

é detectado. A principal característica da resistência horizontal é reduzir a concentração de inóculo secundário, o que é subestimado pelo plantio de cultivares resistentes ao lado de suscetíveis, ou em mistura. Somente quando o campo é constituído de plantas ou cultivares com resistência horizontal, é que o processo de atrasar a epidemia torna-se evidente e a resistência horizontal efetiva. Apesar da dificuldade de detectar resistência horizontal em condições de severidade da doença, o importante é estabelecer níveis relativos de resistência entre os cultivares.

A determinação relativa da resistência de cultivares no presente trabalho, mostrou importantes tendências quanto a reação de resistência de *Allium cepa* L. a *Colletotrichum gloeosporioides*.

Não ocorreu imunidade em nenhum dos trinta e sete cultivares de cebola testados, porém níveis de resistência. É marcante a suscetibilidade dos cultivares Texas Grano 502, Excel e Red Creole, alias, cultivares plantados em regiões ceboleiras do Brasil. Híbridos, tais como Granex e Ringer Grano, mostraram extrema suscetibilidade, o que é esperado, pois foram originados a partir de linhagens provenientes dos cultivares Texas Grano e Excel. Os cultivares Barreiro, populações do germoplasma Baia, Roxa Chata, Branca Chata e Roxa de Belém, apresentaram altos níveis de resistência apesar da variabilidade. O cultivar Pera Norte tido por DODO e KIMATI (comunicação pessoal) como resistente, não demonstrou o mesmo nível de resistência do cultivar Barreiro, sendo porém superior a algumas populações do germoplasma Baia. Como Pera Norte e Baia Periforme compreendem várias populações locais, é de se esperar que hajam diferenças conforme a população considerada. Certos locais podem favorecer a maior severidade da doença e maior

pressão de seleção para a reação de resistência a *Colletotrichum gloeosporioides*.

Os cultivares Branca Chata e Roxa Chata , que se sobressairam por apresentar os mesmos níveis de resistência do cultivar Barreiro, devem ser aproveitados em programas de melhoramento.

Evidências baseadas nos princípios de VAN DER PLANCK (1968) , para conceituar resistência horizontal, indicam ser o tipo de resistência que ocorre em cebola para o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*.

a) Distribuição contínua da resistência e origem poligênica

A manifestação do caráter resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* nos cultivares de cebola, expressa-se em última análise pela morte ou sobrevivência das plantas em solo infestado. Apesar de termos uma distribuição descontínua da resistência, a herança da mesma pode perfeitamente ser multifatorial, a qual GRUNNENBERG (1952) designou de "variação quase contínua". Os caracteres que apresentam variação quase contínua são denominados de "Threshold characters" (FALCONER, 1960). O entendimento de "Threshold characters" , baseia-se na idéia que estejam sob o controle de variáveis básicas, contínuas, mas cuja manifestação em determinado ponto exprime uma descontinuidade na sua expressão.

Essa variação descontínua, inclui variação do tipo genética e ambiental. A manifestação fenotípica do "threshold character", exprime-se como no caso de resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* em sobrevivência ou morte das plantas. Seu controle genético pode ser devido a oli

gogenes ou poligenes, sujeitos a influênciã ambiental, que segundo VAN SER PLANCK (1968) caracteriza a resistênciã horizontal em plantas.

b) Ausênciã de interaçã diferencial patôgeno x hospedeiro

No Experimento II , não houve interaçã diferencial patôgeno x hospedeiro para os três isolados testados em quatro cultivares de cebola. Apesar do pequeno número de isolados testados, deve-se notar que a ordem de classificaçã dos cultivares quanto à resistênciã, é a mesma que a observada em condições de campo por COSTA *et alii* (1975). Nas condições de campo no Nordeste, onde a doençã é endêmica, que a maior variabilidade do patôgeno deve ocorrer. Se existirem raças do patôgeno, são também nessas condições que elas seriam detectadas.

Nesse caso, cultivares com a resistênciã de Barreiro ou Baia deveriam ser totalmente eliminados. Os resultados mostram que a porcentagem de plantas resistentes nos cultivares Barreiro e Baia , variam de ano para ano, mas são sempre superiores em comparaçã com os cultivares Texas Grano 502 e Red Creole.

Postula-se que a resistênciã nos Cultivares Barreiro e Baia sejam horizontal e que a variaçã da patogenicidade de *Colletotrichum gloeosporioides* , manifeste-se em níveis de agressividade.

c) Evidênciã históricas e evolutivas

É interessante notar que a maioria dos cultivares com altos níveis de resistênciã, tais como Barreiro, Baia, Pera Norte e Roxa de Belém (*Allium cepa* var. *aggregatum*) são populações locais cultivadas e adaptadas

às diferentes áreas de cultivo do Brasil. O cultivar Barreiro é de provável origem italiana, e foi introduzida no bairro do Barreiro, por ocasião da fundação da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O germoplasma Baia, foi por sua vez, originado do cultivar Garrafal, introduzido por imigrantes portugueses no Rio Grande do Sul a mais de um século e mantido desde então. Apesar do cultivar Pera Norte ter sua origem desconhecida sua introdução em cultivo no Brasil, é centenária. O cultivar Roxa de Belém, tem sido cultivado em regiões endêmicas para a ocorrência de *Colletotrichum gloeosporioides* pelo menos a vinte anos.

O patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, descrito por DELANDES (1944) é de ocorrência endêmica nas regiões de cultivo de cebola. Uma possível explicação da resistência dos cultivares brasileiros de cebola à *Colletotrichum gloeosporioides* é que tenha sido o resultado da seleção progressiva pela coexistência patógeno e hospedeiro nas regiões endêmicas da doença no Brasil. Os lavradores locais tem a prática de produzirem sementes próprias e devem também ter tido um papel preponderante nessa seleção, por escolherem sempre os melhores bulbos, e portanto os sobreviventes. Supondo uma baixa frequência de genes para resistência presentes inicialmente nas populações originais, a seleção tem sido feita no sentido de aumentar as frequências gênicas.

É conhecido o fato da co-evolução de *Phytophthora infestans* e o gênero *Solanum* no México, onde se encontram genes para resistência horizontal a essa doença (NELSON, 1975). No caso específico de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Allium cepa* não podemos dizer que houve uma co-evolução, mas uma seleção no sentido de alterar e combinar genes favoráveis à resistência. NELSON (1975) afirma que as melhores fontes de resistência horizontal

não são germoplasmas intensamente selecionados através de modernos métodos de melhoramento. Os melhores germoplasmas nesse aspecto, constituem-se de ancestrais ou espécies selvagens que tenham evoluído na presença do patógeno. Nesse caso a seleção natural é responsável pela sobrevivência e aumento na frequência de plantas sobreviventes, que melhor se adapte aos níveis de doença. Mesmo para cultivares que os lavradores selecionaram, a pressão de seleção tem sido fraca mas suficiente para manter as populações variáveis e aumentar a frequência de plantas resistentes.

d) Evidências epidemiológicas

Resistência horizontal, segundo VAN DER PLANCK (1975) caracteriza-se por: menor número de lesões, maior período de incubação e menor população nos cultivares resistentes do que nos cultivares suscetíveis. Resistência a colonização e reprodução do patógeno em plantas, causa um efeito disruptivo na patogenese (NELSON, 1975). O efeito do hospedeiro em restringir o desenvolvimento do patógeno causa um decréscimo na taxa de infecção dentro da população. Portanto a propriedade da resistência horizontal é de reduzir a taxa de progresso da doença durante o ciclo vegetativo, e deve ser considerada e caracterizada no tempo.

VAN DER PLANCK (1963) sugere que 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.

Os resultados do presente trabalho, mostraram que o progresso da doença no cultivar Barreiro foi menor do que no cultivar Baia , apresentando menor coeficiente de regressão. O híbrido mostrou-se com um comportamento intermediário.

Concluimos portanto que de algum modo o cultivar Barreiro tem a propriedade de atrasar o progresso da epidemia, mas não impedi-la. O que sugere mais uma vez a presença de resistência horizontal de acordo com os conceitos de NELSON (1975).

A causa dessa resistência horizontal, contudo, é ainda obscura e especulativa. Trabalhos de inoculação em bulbos de cebola com *Colletotrichum gloeosporioides* (AQUINO, comunicação pessoal) sugerem que a esporulação do patógeno seja menor no cultivar Barreiro em relação a Texas Grano.

A mesma obscuridade permanece em torno da natureza fisiológica da resistência de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* . É evidente ser diferente da resistência a *Colletotrichum circinans* na mesma espécie, que está relacionada com a coloração dos bulbos (CLARK *et alii* , 1944 ; RIEMANN, 1931). Demonstra-se que a coloração dos bulbos não está envolvida na reação de resistência, pela existência de cultivares roxos e amarelos suscetíveis com Red creole, Californian Red, Texas Grano, Excel, etc., e pela resistência do cultivar Branco Chato , que como o próprio nome indica apresenta bulbos brancos. MINUSSI (1974) isolou *Colletotrichum gloeosporioides* de cebolas roxas, consubstanciando a idéia de independência entre resistência e coloração de bulbos.

O controle genético da resistência a partir do cruzamento Baia x Barreiro, quando analisado pela porcentagem da sobrevivência de plantas e in

dice de sobrevivência, mostrou ser tipicamente aditivo.

A estimativa de parâmetros genéticos utilizando médias apresenta vantagens, pois estão menos sujeitas a erros do que quando se utilizam variâncias (GARDNER, 1965). Contudo estimativas do grau médio de dominância e herdabilidade só podem ser feitos quando se tem materiais que permitam decompor as variâncias genéticas em seus distintos componentes. Como esse procedimento envolve estruturas de famílias, no presente caso inexistentes, não foi possível a estimativa dos parâmetros herdabilidade e grau médio de dominância dos genes.

O caráter aditivo da resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* em cebola, sugere a utilização de métodos simples de seleção que devem possibilitar ganhos genéticos rápidos. Na verdade, um ciclo de seleção massal para resistência no cultivar Baia Piracicaba Precoce, denominado Baia R 7 V, mostra a superioridade desta em relação ao material original em condições de campo (COSTA, não publicado). No ensaio III a superioridade do material selecionado não foi muito patente, possivelmente por razões já enumeradas.

A comparação das gerações F_2 , F_4 e F_5 do cruzamento Baia x Barreiro, demonstrou que essas populações permanecem em equilíbrio de plantas resistentes em ausência de seleção para a resistência.

O controle genético através do uso de cultivares de cebola resistentes a *Colletotrichum gloeosporioides* é de se esperar que seja estável e eficiente sob o ponto de vista da horticultura brasileira.

7 - CONCLUSÕES

- 1 - A concentração de esporos de 1×10^6 esporos/ml e quinze dias de idade de plantas, representaram as condições ideais para discriminar a reação de resistência e suscetibilidade de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*.
- 2 - O cultivar Barreiro representa a melhor fonte de resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*.
- 3 - A herança da resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* com base no cruzamento Baia x Barreiro mostrou ser de natureza poligênica e aditiva, satisfazendo aos requisitos para ser interpretada como resistência horizontal.

8 - SUMMARY

Colletotrichum gloeosporioides Penz., is the causal organism of the onion disease called "Mal de Sete Voltas", of endemic occurrence at the mainly production areas in Brasil.

This research aimed to establish methods for host reaction characterization, sources of resistance and inheritance of **resistance** to *Colletotrichum gloeosporioides* in onion, that can be applied to breeding.

The host reaction was based upon the survival index, expressed by the number of days of plant survival on infested soil.

The inoculum concentration of 1×10^6 spores/ml, and age of fifteen days was the most effective to discriminate between resistance and susceptibility of onion varieties. Among thirty seven onion varieties, Bar

reiro, a local variety was the most resistant one. The specie *Allium porrum* represented by three varieties was immune.

The pathogenicity of three isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* differed in relation to the aggressiveness level. The isolate IGe - 2 of intermediate aggressiveness was used in the resistance screening.

The resistance inheritance of onions to *Colletotrichum gloeosporioides* based upon the crossing Baia x Barreiro was poligenic and additive in nature.

9 - 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.
- 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, Indústria e Comércio. p. 42 (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.) . 1º Encontro de Técnicos em Olericultura, do Sub-médio São Francisco. Juazeiro/Petrolina. 5 p. (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. 5 p. (mimeografado).
- ARX, J. A. Von, 1957. Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Cda. Phytopathol. Z. 29: 413-468.
- BARNETT, H. L. e B. B. HUNTER, 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Minneapolis, Burgess Publishing Co. 241 p.
- CAMPACCI, C. A., 1961. Notas sobre o "Cachorro Quente" da Cebola. Olericultura, Viçosa, 1: 61-64.
- CHUPP, C. e A. F. SHERF, 1960. Vegetable Diseases and Their Control. New York. The Ronald Press Co. 693 p.
- CLARK, A. E. ; H. A. JONES e T. M. LITTLE, 1944. Inheritance of Bulb Color in the Onion. Genetics, Wisconsin 29: 569-575.
- COSTA, A. S. da ; E. W. KITAJIMA e H. NAGAI, 1966. Ocorrência de Mosaico em Faixas de Cebola no Brasil. Rev. Olericultura. Campinas, 6: 67-74.
- COSTA, C. P. da ; F. T. FERNANDES e J. N. SILVA, 1974. Resistência de Cebola (*Allium cepa* L.) ao Mal de Sete Voltas (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.). In: Relatório Científico do Departamento e Instituto de 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 MELLO ; M. A. de QUEIROZ e J. P. de M. SOUTO, 1975. Resistência de Cultivares de Cebola (*Allium cepa* L.) ao "Mal de Sete Voltas" (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em Condições de Campo. XV Congresso da Sociedade de Olericultura do Brasil, Botucatu. 4 p. (Mimeografado).
- DESLANDES, J. A., 1944. Doenças da Cebola. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura. 49 p. (Seção de Investigações Fitossanitárias, 19:).
- FALCONER, D. S., 1960. Introduction to Quantitative Genetics. Londres, Oliver and Boyd Ltd. 365 p.
- 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. 640 p.
- GARDNER, C. O., 1965. Teoria de Genética Estatística Aplicável a las Mechas de Variedades, sus Cruces y Problaciones Afines. Fitot. Latino Americana. San José, 2: 11-22.
- GARDNER, C. O. e E. PATERNIANI, 1967. A Genetic Model Used to Evaluate the Breeding Potencial of Open Pollinated Varieties of Corn. Ciência e Cultura. São Paulo, 19: 95-101.
- GRUNNERBERG, H., 1952. Genetical Studies on the Skeleton of the Mouse. IV Quasi-Continuous Variations. J. Genet. Calcuta, 51: 95-114.
- KEHR, A. E. ; M. J. ÓBRIEN e E. W. DAVIS, 1962. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Euphytica. Wageningen, 11: 197-208.

- LUZ, N. K. e G. de FREITAS FONSECA, 1964. A Antracnose e o "Mal de Sete Voltas" em Cebola. IV Reunião da Sociedade de Olericultura do Brasil, (mimeografado), 3 p.
- MINUSSI, E., 1974. Ocorrência do Mal de Sete Voltas (*Colletotrichum circinans* (Berk) Vogl) em Cultura de Cebolas (*Allium cepa* L.) Coloridas. Rev. de Olericultura. Santa Maria, 16: 124 p.
- NELSON, R. R., 1975. Horizontal Resistance in Plants: Concepts, Controversies and Applications. In: Morris., Edit. Proceedings of the Seminar on Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice, Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1-20.
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental. 3.^a Edição. Piracicaba, 404 p.
- REMIRO, D. e H. KIMATI, 1975. Controle do "Mal de Sete Voltas" da Cebola com Benomil. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1: 51-54.
- RIEMAN, G. H., 1931. Genetic Factors for Pigmentation in the Onion and Their Relation to Disease Resistance. Jour. of Agric. Reser. Washington, D. C. 42: 251-278.
- ROBBS, C. F. e R. de L. DUARTE RIBEIRO, 1966. Estudos sobre Aetiologia do "Mal de 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. D. 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 U. F. R. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2: 21-26.

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

WALKER, J. C., 1924. Forther Studies on the Relation of Onion Scale Pigmentation to Disease Resistance. Jour. Agric. Res. Washington, D.C. 29: 507-514.

WALKER, J. C., 1952. Disease of Vegetable Crops. 1.^a Ed. New York. Mc Graw-Hill Book Company Inc. 529 p.

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

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

VAN DER PLANK, J. E., 1975. Horizontal Resistance in Plants: Six Suggested Projects in Relation to Blast Disease of Rice. In: Morris, S., Edit. Proceedings of the Seminar on Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice. Calli, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 21-26.

10 - APENDICE

TABELA 1 - Efeito da concentração de inóculo e idade das plantas expressa em índice de sobrevivência, na reação de cultivares de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados.

Concentrações de Inóculo	Idade (Dias)	Cultivares	Índice de Sobrevivência (a)			
			Repetições			Médias
			I	II	III	
1 x 10 ⁵ esporos por ml	15	Barreiro	17,69	8,18	13,64	13,17
		F ₁ (Baia x Barreiro)	9,33	9,33	11,18	9,95
		Rêd Creole	8,33	3,53	6,67	6,18
		Baia	15,38	15,38	6,50	12,42
	30	Barreiro	25,25	12,73	19,00	19,06
		F ₁ (Baia x Barreiro)	7,78	13,00	12,73	11,17
		Rêd Creole	11,00	10,00	11,00	10,67
		Baia	14,00	11,00	8,18	11,06
5 x 10 ⁵ esporos por ml	15	Barreiro	14,55	7,50	5,00	9,02
		F ₁ (Baia x Barreiro)	10,00	4,38	2,00	5,46
		Rêd Creole	11,33	1,54	1,00	4,62
		Baia	9,23	2,14	1,67	4,35
	30	Barreiro	16,00	12,00	8,89	12,00
		F ₁ (Baia x Barreiro)	9,00	6,67	4,00	6,56
		Rêd Creole	7,50	9,00	4,00	6,83
		Baia	13,64	8,89	7,00	9,84
1 x 10 ⁶ esporos por ml	15	Barreiro	11,82	10,00	10,00	10,61
		F ₁ (Baia x Barreiro)	3,64	8,18	4,67	5,50
		Rêd Creole	0,17	3,33	0,72	1,60
		Baia	3,64	5,00	4,38	4,34
	30	Barreiro	13,64	4,44	7,27	8,45
		F ₁ (Baia x Barreiro)	6,25	6,00	5,00	5,75
		Rêd Creole	7,00	2,00	3,75	4,25
		Baia	3,00	5,00	1,00	3,00

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Concentra- ções de Inóculo	Idade (Dias)	Cultivares	Índice de Sobrevivência (a)			
			Repetições			Médias
			I	II	III	
1,5 x 10 ⁶ esporos por ml	15	Barreiro	14,00	3,00	8,57	8,52
		F ₁ (Baia x Barreiro)	7,86	2,00	1,67	3,84
		Réd Creole	3,08	1,54	4,29	2,97
		Baia	3,33	5,00	4,88	4,74
	30	Barreiro	12,73	14,00	10,00	12,24
		F ₁ (Baia x Barreiro)	7,37	6,36	10,00	7,91
		Réd Creole	2,00	8,18	5,45	5,21
		Baia	3,33	12,00	2,00	5,78
2,5 x 10 ⁶ esporos por ml	15	Barreiro	4,55	9,00	0,91	4,82
		F ₁ (Baia x Barreiro)	2,50	6,36	2,35	3,74
		Réd Creole	1,67	1,67	0,00	1,11
		Baia	3,85	5,71	3,08	4,21
	30	Barreiro	20,00	8,00	6,00	11,33
		F ₁ (Baia x Barreiro)	14,00	4,00	8,75	8,92
		Réd Creole	5,00	5,00	2,00	4,00
		Baia	10,00	4,55	7,00	7,18

(a) Número de dias de sobrevivência do hospedeiro em solo infestado.

TABELA 2 - Análise de variância do Experimento I - Efeito da concentração de inóculo e idade de plantas na reação de cultivares de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados Transformados em $\sqrt{\text{Índice de Sobrevivência}}$

Fontes de Variação	G. L.	S. Q. D.	Q. M.	F
Blocos	2	7,3894	3,6947	
Concentração (C)	4	21,9920	5,4980	8,44 **
Resíduo	8	5,2105	0,6513	

Total (Parcelas)	14	34,5919		

Idade (I)	1	8,3952	8,3952	9,7573 **
Interação (C x I)	4	3,1233	0,7808	0,91 ns
Resíduo	10	8,6040	0,8604	

Total (Sub-parcelas)	15	20,1226		

Cultivares (Ct)	3	21,7046	7,2349	29,97 **
Interação (C x Ct)	12	2,7907	0,2326	0,96 ns
Interação (I x Ct)	3	1,0882	0,3627	1,50 ns
Interação (C x I x Ct)	12	15,7821	1,3110	5,43 ns
Resíduo	60	14,4829	0,2414	

Total (Sub-sub-parcelas)	119			

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

(ns) Não significativo

C.V. (a) = 31,65%

C.V. (b) = 36,38%

C.V. (c) = 19,27%

TABELA 3 - Médias de índice de sobrevivência de cultivares de cebola para idades de planta e concentrações de inóculo de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2. Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados

Cultivares	Idade de Inoculação (Dias)		Concentração de Inóculo				Médias de Cultivares
	1 x 10 ⁵	5 x 10 ⁵	1 x 10 ⁶	1,5 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁶	4,82	
Barreiro	15	13,17	9,02	10,61	6,52	4,82	10,95 a
	30	19,06	12,30	8,45	12,24	11,33	
F ₁ (Baia x Barreiro)	15	9,95	5,46	5,50	3,84	3,74	6,88 b
	30	11,17	6,83	5,75	7,91	8,92	
Red Creole	15	6,18	4,62	1,60	2,97	1,11	4,74 c
	30	10,67	6,83	4,25	5,21	4,00	
Baia	15	12,42	4,35	4,34	4,74	4,21	6,69 b
	30	11,06	9,84	3,00	5,78	7,18	
Médias		11,71 a	7,37 ab	5,44 b	6,40 b	5,66 b	

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

TABELA 4 - Patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., em cebola expressa por índice de sobrevivência. Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados.

Cultivares					
Isolado	Barreiro	Texas Grano	Red Creole	Baia	Médias
IGe - 1	19,33	10,75	12,23	13,36	13,92 a
IGe - 2	15,04	9,42	11,44	11,94	11,96 a b
IGe - 3	13,44	9,23	10,42	11,89	11,25 b
Médias	15,94 a	9,80 b	11,36 b	12,40 a b	

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

TABELA 5 - Análise de variância do Experimento II - Patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., em cebola. Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados

Fontes de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	2	0,5894	0,2947	
Isolados (I)	2	0,8674	0,4337	7,81 *
Resíduo	4	0,2218	0,0555	

Parcelas	8	1,6786		

Cultivares (C)	3	3,4599	1,1533	10,22 **
Interação (I x C)	6	0,3266	0,0539	0,48 ns
Resíduo	18	2,0309	0,1128	

Total	35	5,8144		

(*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

C.V. (a) = 6,73%

C.V. (b) = 9,60%

\bar{X} = 3,50

TABELA 6 - Reação de cultivares e híbridos de cebola expressa em índice de sobrevivência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2, Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados.

Cultivares	Índice de Sobrevivência (y)			
	Repetições			Médias
	I	II	III	
<i>Allium porrum</i> - Giant Musselburg	30,00	30,00	30,00	30,00 a
<i>Allium porrum</i> - Elephant	30,00	30,00	30,00	30,00 a
<i>Allium porrum</i> - American Flag	30,00	30,00	30,00	30,00 a
Barreiro (C - 72-91)	18,45	13,33	23,53	18,44 a b
Branca Chata	19,17	12,08	18,00	16,42 a b c
Roxa Chata	17,60	13,61	17,50	16,24 a b c
Barreiro (C - 58-68)	13,62	18,20	16,57	16,16 a b c d
Baia - R 7 V	15,58	14,17	14,47	14,74 b c d e
Composto Baia de Bulbinho	13,39	11,46	18,62	14,49 b c d e
Roxa de Belem	13,03	12,17	18,18	14,46 b c d e
F ₁ (Baia x Barreiro)	12,83	8,21	18,33	13,12 b c d e f
Calderana	16,14	10,42	10,31	12,29 b c d e f g
Baia do Cedo MJI - SEL B.	6,54	11,35	17,96	11,95 b c d e f g
Canarias Roxa	13,50	7,14	14,28	11,64 b c d e f g
Baia do Cedo II	5,00	15,33	13,75	11,36 b c d e f g h
Pera Norte (J. N. L.)	10,00	11,00	10,71	10,57 b c d e f g h
Hojem C - 33413	9,00	8,00	14,58	10,53 b c d e f g h
Valenciana Temprana	10,91	5,00	15,26	10,39 b c d e f g h
<i>Allium cepa</i> var. <i>aggregatum</i> (MG)	10,83	8,64	1,67	10,38 b c d e f g h
Baia Periforme (J. N. L.)	9,40	10,17	11,50	10,36 b c d e f g h
Australian Brown	8,64	9,00	12,86	10,17 b c d e f g h
F ₁ (Baia x Barreiro)	9,00	7,08	13,25	9,78 b c d e f g h

Continua ...

TABELA 6 - Continuação

Cultivares	Índice de Sobrevivência (y)				Médias
	Repetições				
	I	II	III		
Madeira Chata	7,73	8,12	12,33	9,39	b c d e f g h
Pera Yellow	7,22	8,89	11,87	9,33	b c d e f g h
Baia do Cedo MJ-II - SEL - A	12,43	8,21	6,17	8,94	b c d e f g h
Torontina	8,82	5,25	12,94	9,00	b c d e f g h
Hybrid R - 2151	5,00	9,06	12,27	8,78	b c d e f g h
Composto Baia MJ-I - SEL - A	7,17	10,50	7,33	8,33	b c d e f g h
White Creole	7,50	10,00	7,00	8,17	b c d e f g h
Red Creole	4,50	5,43	12,50	7,48	c d e f g h
Texas Grano 502	5,42	4,76	10,34	6,84	c d e f g h
Caledon Globe	7,86	6,67	5,71	6,75	c d e f g h
Bolero	7,27	6,54	4,58	6,13	d e f g h
Gold (PRR) - F ₁	5,71	4,28	7,27	5,75	e f g h
Californian Red	5,91	6,87	3,57	5,45	e f g h
Ringer Grano - F ₁	5,55	5,00	4,50	5,02	f g h
Yellow Creole	1,43	5,55	9,28	5,42	f g h
Excel	1,00	3,54	10,00	4,85	f g h
Cebola do Egito	3,33	6,00	3,00	4,11	g h
Granex - F ₁	5,00	1,76	3,14	3,31	h

(y) Número de dias de sobrevivência do hospedeiro em solo infestado para concentração 1×10^6 esporos/ml, inoculado aos quinze dias pós-semeadura.

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

TABELA 7 - Análise de Variância do Experimento III - Reação de cultivares e híbridos de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados transformados em $\sqrt{\text{Índice de Sobrevivência}}$.

Fontes de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	2	4,1981	2,0991	
Cultivares	39	91,2027	2,3385	10,77 **
Resíduo	78	16,9416	0,2172	
Total	119			

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 14,39%

\bar{X} = 3,24

TABELA 8 - Reação de populações parentais, híbrido e segregantes do cruzamento Baia x Barreiro, expressa em índice de sobrevivência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados.

Populações	Índice de Sobrevivência (y)				Médias
	Repetições				
	I	II	III	IV	
Barreiro	14,78	24,73	24,56	18,92	20,75 a
Baia	7,47	8,21	7,35	9,32	8,10 b
F ₁ (Baia x Barreiro)	13,79	15,29	9,34	14,91	13,33 a b
F ₂ (Baia x Barreiro)	17,73	25,52	6,22	11,98	15,36 a b
F ₄ (Baia x Barreiro)	9,19	17,04	11,92	12,22	12,60 a b
F ₅ (Baia x Barreiro)	8,46	20,62	21,22	8,06	14,59 a b

(y) Número de dias de sobrevivência do hospedeiro em solos infestados, para concentração de inóculo de 1×10^6 esporos/ml , inoculado quinze dias pós-semeadura.

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

TABELA 9 - Análise de variância do Experimento IV - Reação de populações parentais, híbrido e segregantes do cruzamento Baia x Barreiro a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados transformados em $\sqrt{\text{Índice de Sobrevivência}}$.

Fontes de Variação	G. L.	S. Q. D.	Q. M.	F
Blocos	3	2,6317	0,8772	
Populações	5	5,8784	1,1757	3,00 *
Resíduo	15	5,8686	0,3912	
Total	23			

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

C. V. = 17,00%

\bar{X} = 3,68

TABELA 10 - Reação de populações parentais, híbrido e segregantes do cruzamento Baia x Barreiro, expresso em porcentagem de sobrevivência trinta dias pós-inoculação a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados não transformados.

População	Porcentagem de Sobrevivência (y)				Médias
	Repetições				
	I	II	III	IV	
Barreiro	22,12	60,81	61,25	35,81	45,00 a
Baia	6,06	8,33	3,84	4,40	5,66 b
F ₁ (Baia x Barreiro)	17,17	28,43	3,03	17,86	16,62 a b
F ₂ (Baia x Barreiro)	31,82	48,27	4,08	4,65	21,21 a b
F ₄ (Baia x Barreiro)	8,44	25,92	10,14	14,28	14,70 a b
F ₅ (Baia x Barreiro)	6,92	49,27	47,43	9,30	28,23 a b

(y) Porcentagem de plantas de hospedeiro sobreviventes em solos infestados, para concentração de inóculo de 1×10^6 esporos/ml , trinta dias pós-inoculação.

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

TABELA 11 - Análise de variância do Experimento IV - Reação de populações parentais, híbrido e segregantes do cruzamento Baia x Barreiro a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 . Piracicaba, SP. - 1976 - Dados transformados em $\sqrt{\text{Porcentagem de Sobrevivência}}$.

Fontes de Variação	G. L.	S. Q. D.	Q. M.	F
Blocos	3	918,8538	306,2846	3,24
Populações	5	1.797,2467	359,4493	3,80 *
Resíduo	15	1.417,1229	94,4749	
Total	23			

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

C.V. = 37,30%

\bar{X} = 26,05

TABELA 12 - Estimativa dos parâmetros genéticos da reação de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., para o modelo sem epistasia. Piracicaba, SP. - 1967 - Dados transformados.

Parâmetro	Índice de Sobrevivência (a)	Porcentagem de Sobrevivência (b)
V	3,694	27,97
V ₁	0,845	14,14
V ₂	- 0,845	- 14,14
h ₁₂	- 0,036	- 4,58

V = média geral

V₁ = efeito do cultivar Barreiro

V₂ = efeito do cultivar Baia

h₁₂ = heretose do cruzamento Baia x Barreiro

(a) - Raiz quadrada do número de dias de sobrevivência em solo infestado.

(b) - Arc seno da raiz quadrada da porcentagem de sobrevivência de plantas trinta dias pós-inoculação.

TABELA 13 - Teste F para os desvios do modelo teórico com ausência de epistasia, da reação de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., no cruzamento Baia x Barreiro, Piracicaba, SP. - 1976 - Dados transformados.

Índice de Sobrevivência (a)			
Fontes de Variação	G. L.	Q. M.	F
Desvios	3	0,0137	0,14 ns
Resíduo	15	0,0978	
Total	18		

Porcentagem de Sobrevivência (b)			
Fontes de Variação	G. L.	Q. M.	F
Desvios	3	11,5825	0,49 ns.
Resíduo	15	23,6187	
Total	18		

(ns) = Não significativo

(a) $\sqrt{\text{Índice de Sobrevivência}}$

(b) $\text{arc sen } \sqrt{\text{Porcentagem de Sobrevivência}}$

TABELA 14 - Análise da regressão polinomial de $\text{Log}_e \frac{1}{1-x}$ e número de dias pós-inoculação para reação dos cultivares Baia, Barreiro e Gerações F₁ e F₂.

Causas de Variação	G. L.	Barreiro		Baia	
		Q. M.	F	Q. M.	F
Regressão Linear	1	0,2749	74,04 *	3,3097	303,09 **
Regressão Quadrática	1	0,0019	0,52 ns	0,1500	13,73 ns
Desvios	2	0,0037		0,0109	
Total	4				

Causas de Variação	G. L.	F ₁ (Baia x Barreiro)		F ₂ (Baia x Barreiro)	
		Q. M.	F	Q. M.	F
Regressão Linear	1	1,5023	211,51 **	0,8202	78,04 *
Regressão Quadrática	1	0,0368	5,18 ns	0,0050	0,47 ns
Desvios	2	0,0071		0,0105	
Total	4				

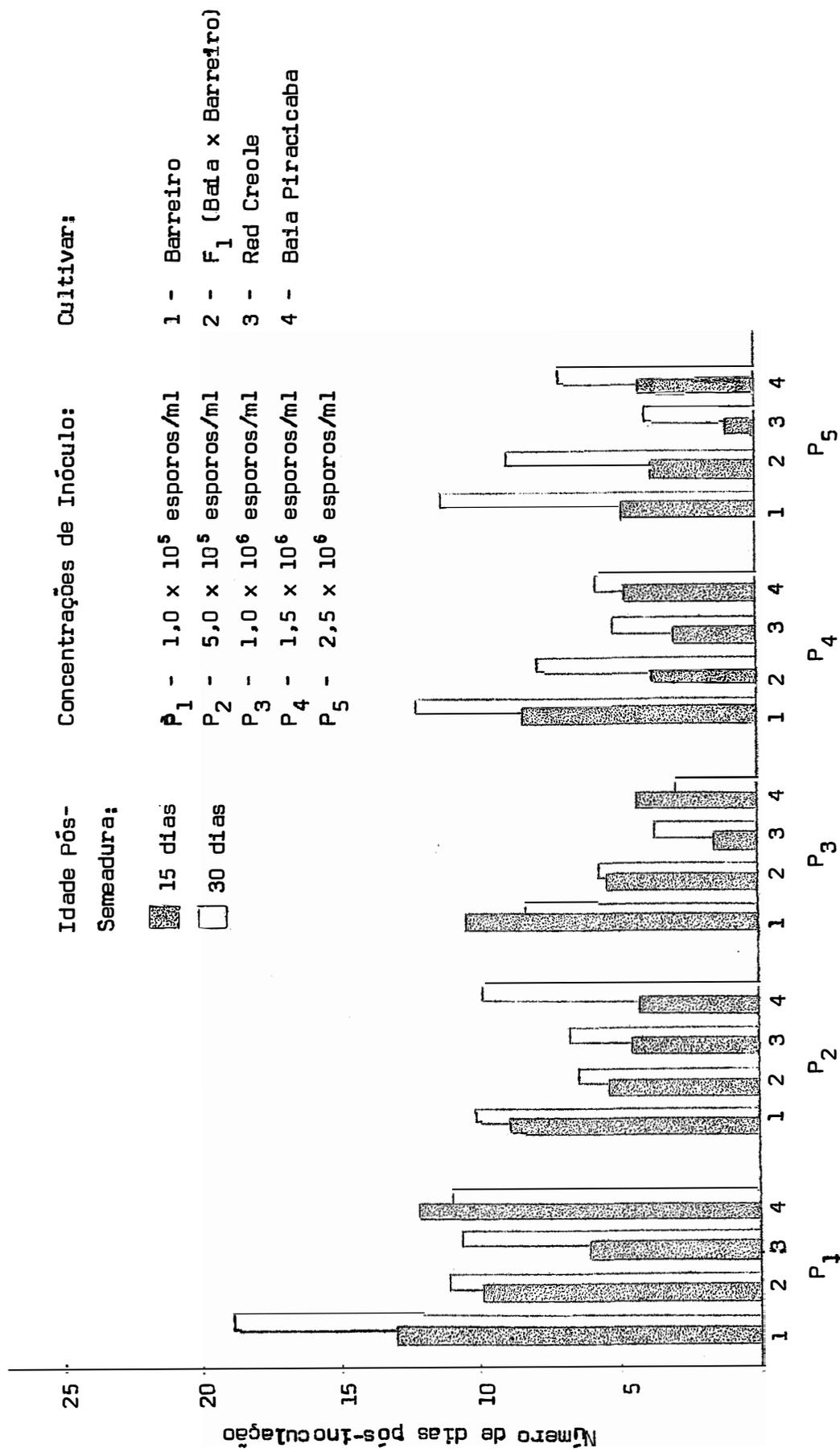


FIGURA 1 - Efeito da concentração de inóculo e idade de plantas, expresso por índice de sobrevivência, na reação de cultivares de cebola a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2. Piracicaba, SP. - 1976.

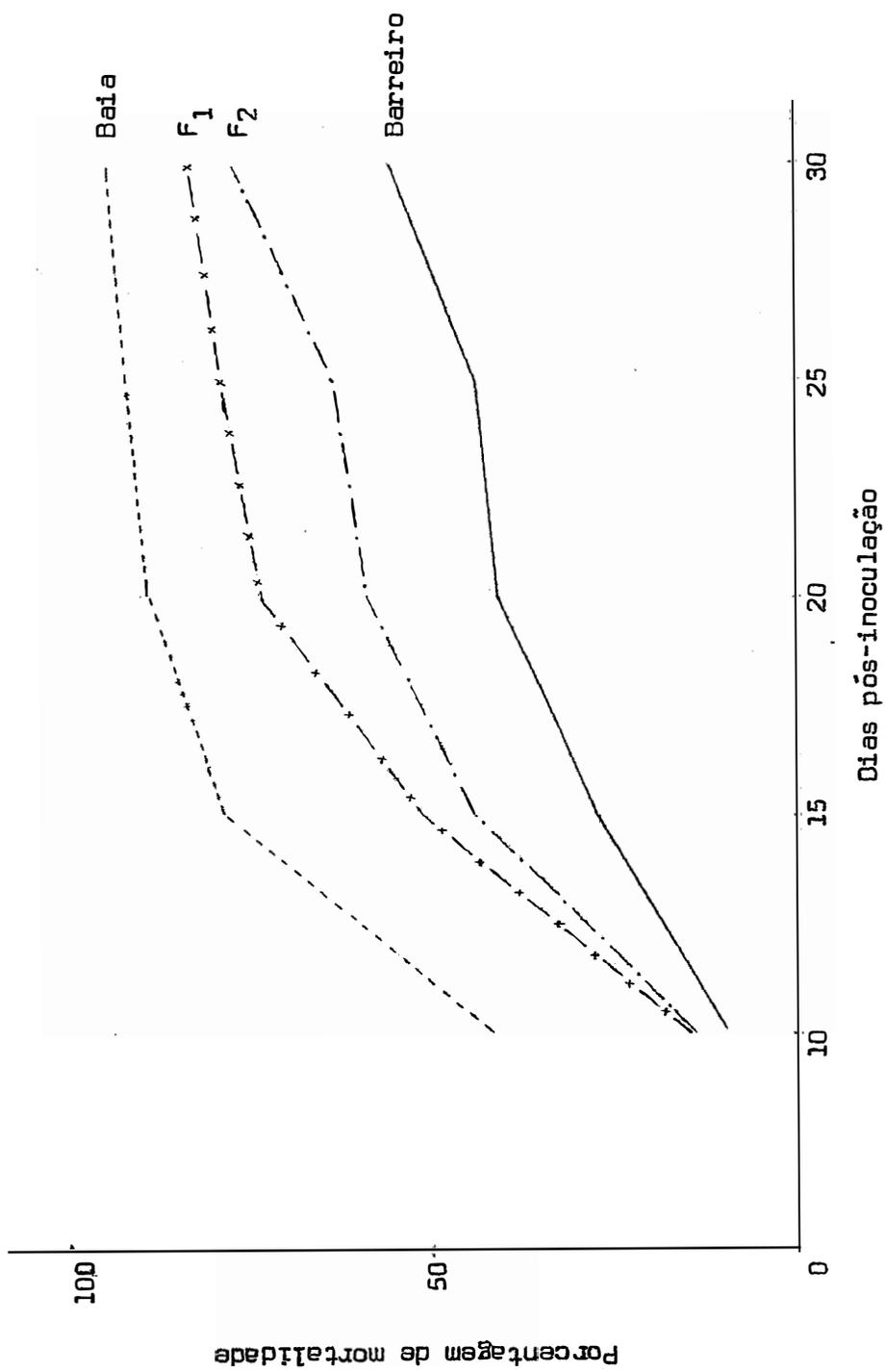


FIGURA 2 - Porcentagem de mortalidade dos cultivares, Baia, Barreiro, F₁ e F₂, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., Isolado IGe - 2 em intervalos de cinco dias pós-inoculação. Piracicaba, SP. - 1976.

Equações:

Baia: $\hat{Y} = - 0,3572 + 0,1151 X$

Barreiro: $\hat{Y} = - 0,1992 + 0,0332 X$

F₁ (Baia x Barreiro): $\hat{Y} = - 0,4264 + 0,0775 X$

F₂ (Baia x Barreiro): $\hat{Y} = - 0,2986 + 0,0573 X$

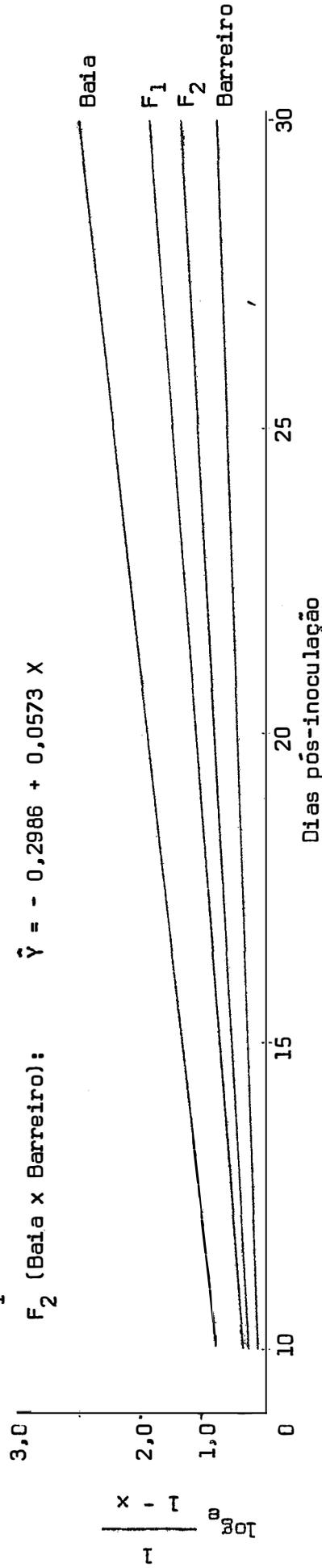


FIGURA 3 - Proporção ($\log_e \frac{x}{1-x}$) progressiva de mortalidade de plantas nos cultivares:

Baia, Barreiro, F₁ e F₂, cruzada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., em intervalos de cinco dias pós-inoculação. Piracicaba, SP. - 1976.