

MARIA APARECIDA VILELA DE RESENDE

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO RESISTENTES  
A *Collotrichum lindemuthianum* (Sacc et Magn) Scrib NA  
POPULAÇÃO ESAL 501 x TO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1989



DEPARTAMENTO

1983  
11  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MARIA APARECIDA VILELA DE RESENDE

SELEÇÃO DE PROGENIES DE FELDEIRO RESISTENTES  
A *Blattella delphinella* (Zucc. et Masg.) Scop. NA  
POPULAÇÃO ESAL 501 X TO

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em  
Agronomia, área de Concentração em  
Gestão e Melhoramento de Plantas,  
para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

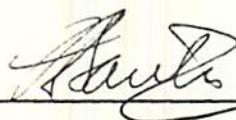
LAVRAS - MINAS GERAIS

1983

[REDACTED]

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO RESISTENTES A Colletotrichum  
lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Scrib. NA POPULAÇÃO  
ESAL 501 x TO

APROVADA:



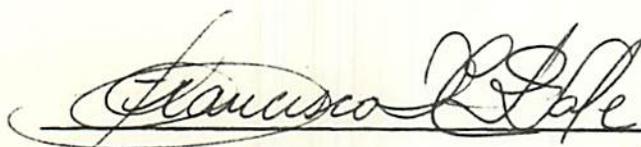
---

João Bosco dos Santos



---

Hilário Antônio de Castro



---

Francisco Xavier Ribeiro do Vale

A Deus;

Aos meus pais Augusto e Neyme;

Aos meus irmãos Márcio Augusto;

Mário Lúcio, Marcos Deon e Álvaro;

Ao Fábio Henrique

DEDICO ESTE TRABALHO

## AGRADECIMENTOS

À Deus, maior fonte de luz e inspiração.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL),  
pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao professor João Bosco dos Santos, pela orientação,  
apoio e incentivo na realização do presente trabalho e no decor-  
rer do curso.

Aos professores Magno Antonio Patto Ramalho e Hilá-  
rio Antônio de Castro, pela colaboração e sugestões neste trabalho  
e também pelo estímulo durante a realização do curso.

Ao professor Francisco Xavier Ribeiro do Vale, pelas  
valiosas críticas e sugestões por ocasião da defesa deste traba-  
lho.

Ao professor César Augusto Brasil Pereira Pinto e  
demais professores das disciplinas cursadas, pelos conhecimentos  
transmitidos.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e de Fitossanidade pelo auxílio na execução dos trabalhos de campo e de laboratório.

Aos colegas do curso de pós-graduação, em especial à Ângela, pela amizade e oportunidade de compartilhar experiências.

As companheiras de república, Alaíde, Lúcia e Mara, pela boa convivência, constante amizade e consideração.

Ao mano Álvaro pelo auxílio e interesse durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pela presteza e amizade.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado.

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| LISTA DE TABELAS .....   | viii |
| LISTA DE FIGURAS .....   | x    |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1    |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO .....   | 3    |
| 2.1. Métodos de melhoramento utilizados em feijoeiro ....  | 3    |
| 2.2. Variabilidade genética e distribuição de <u>C. lindemuthianum</u> .....                         | 6    |
| 2.3. Tipos de resistência e sua durabilidade .....   | 10   |
| 2.4. Herança e fontes de resistência vertical a <u>C. lindemuthianum</u> .....                       | 12   |
| 2.5. Estratégias para o uso de resistência vertical .....  | 14   |
| 2.6. Melhoramento para resistência vertical à doenças ...  | 16   |
| 2.7. Métodos de inoculação artificial para avaliação de resistência a <u>C. lindemuthianum</u> ..... | 18   |
| 2.8. Avaliação das progênies .....   | 19   |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 21   |
| 3.1. Progenitores utilizados .....   | 21   |
| 3.2. Obtenção e método de condução da população segregante .....                                     | 23   |

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Identificação do material resistente .....  | 23 |
| 3.3.1. Isolamento do patógeno .....  | 23 |
| 3.3.2. Preparo do inóculo e inoculação .....   | 24 |
| 3.3.3. Seleção das progênes resistentes .....  | 25 |
| 3.3.4. Reavaliação da resistência das progênes sele<br>cionadas .....  | 26 |
| 3.4. Avaliação das progênes quanto à produção e número<br>de dias para florescimento .....   | 27 |
| 3.5. Análise dos dados .....   | 28 |
| 3.6. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos ...  | 30 |
| 3.6.1. Estimativa dos componentes de variância .....   | 30 |
| 3.6.2. Estimativa da correlação genética entre as<br>progênes em Lavras e Patos de Minas .....                                       | 31 |
| 3.6.3. Decomposição da interação progênes x locais.  | 31 |
| 3.6.4. Estimativa da herdabilidade .....   | 32 |
| 3.6.5. Estimativa do ganho esperado com a seleção ..   | 32 |
| 3.6.6. Estimativa do coeficiente de correlação gené-<br>tica da produção de grãos com o número de<br>dias para o florescimento ..... | 33 |
| 3.6.7. Estimativa da eficiência da seleção .....   | 34 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 35 |
| 5. CONCLUSÕES .....  | 50 |
| 6. RESUMO .....  | 51 |
| 7. SUMMARY .....   | 53 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 55 |
| APÊNDICE .....   | 67 |

## LISTA DE TABELAS

| Tabelas |   | Página |
|---------|---|--------|
| 1       | Raças fisiológicas de <u>C. lindemuthianum</u> identificadas por OLIARI et alii e por PIO-RIBEIRO & CHAVES .....  | 8      |
| 2       | Distribuição de raças de <u>C. lindemuthianum</u> nos principais estados brasileiros produtores de feijão.....  | 9      |
| 3       | Esquema das análises de variância individuais e conjunta .....  | 29     |
| 4       | Resumo das análises de variância individuais do número de dias para o florescimento e produção de grãos (g/parcela) relativa a avaliação de progênies F <sub>9</sub> ESAL 501 x TO. Patos de Minas e Lavras, 1988 ..... | 38     |

## Tabelas

## Página

|   |  |    |
|---|--|----|
| 5 | Resumo das análises de variância conjunta do número de dias para florescimento e produção de grãos (g/parcela) relativas a avaliação de progênies F <sub>9</sub> ESAL 501 x TO. Patos de Minas e Lavras, 1988 .....  | 39 |
| 6 | Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, covariância genética de progênies e herdabilidade, para a produção de grãos (g/parcela) e número de dias para o florescimento das 98 progênies ESAL 501 x TO .....                           | 45 |
| 7 | Estimativa da correlação genética do desempenho das progênies nos dois locais, da variância da interação progênies por locais e de seus componentes simples e complexo, relativos à produção de grãos e número de dias da semeadura até o florescimento .... | 46 |
| 8 | Produção média de grãos, em kg/ha das doze melhores progênies em cada local e na média dos locais .....  | 47 |

## LISTA DE FIGURAS

| Figuras |  | Página |
|---------|--|--------|
| 1       | Esquema das etapas realizadas na obtenção das progênes resistentes a <u>C. lindemuthianum</u> na população ESAL 501 x TO .....                         | 22     |
| 2       | Distribuição de frequências das 98 progênes e testemunhas relativa à média do número de dias para o florescimento. Lavras e Patos de Minas, 1988 ..... | 41     |
| 3       | Distribuição de frequência das 98 progênes e testemunha relativa à produção média de grãos (g/parcela). Lavras e Patos de Minas, 1988 ..               | 42     |

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas da cultura do feijão é a suscetibilidade às doenças e, dentre elas, a antracnose, causada por Colletotrichum lindemuthianum (Sacc & Magn) Scrib é considerada uma das doenças mais graves. Isso porque o uso de cultivares suscetíveis em regiões com temperaturas amenas variando de 13-26°C e umidade abundante, pode causar redução na produção de até 100% (67, 70, 76).

No Brasil, a doença de ocorrência é generalizada nas diversas áreas produtoras, tornando-se ainda mais séria pelo fato de ser transmitida via semente e os produtores em geral não se preocupam em utilizar sementes sadias no plantio, além de raramente realizarem o controle químico da doença. Por estas razões, o método de controle mais eficaz é o emprego de cultivares resistentes (33, 64, 70, 76).

O controle da doença através de cultivares resistentes é complexo devido à existência de numerosas raças fisiológicas do patógeno. Apesar disso, tem-se encontrado fontes de resistência para todas as raças que têm sido identificadas. Entre as fontes

de resistência, existem alguns materiais que possuem um único alelo conferindo resistência a muitas das raças conhecidas de C. lindemuthianum. É o caso da cultivar Cornell 49242 e da linhagem TO que são portadoras dos alelos dominantes e independentes Are e Mexique 2, respectivamente, MASTENBROEK (36), FOUILLOUX (22). O alelo Are foi inicialmente utilizado em vários programas de melhoramento do feijoeiro no Brasil, até que a identificação de raças capazes de vencer sua resistência fez com que novas fontes passassem a ser utilizadas, dentre estas a linhagem TO, cujo alelo Mexique 2 confere resistência a todas as raças presentes na maioria das regiões onde se cultiva o feijão, MENEZES (37).

A maior parte das cultivares plantadas no Brasil é ainda suscetível e entre elas destaca-se a cultivar Carioca, que é preferida pela grande maioria dos agricultores e consumidores. Este fato mostra a necessidade de associação de genes de resistência à antracnose com outras características favoráveis como as da cultivar Carioca, em programas de melhoramento de feijoeiro, o que irá viabilizar a seleção de novos materiais com potencial produtivo e com características aceitáveis pelo mercado.

Com base nas considerações anteriores, no presente trabalho objetivou-se associar a resistência a C. lindemuthianum e precocidade da linhagem TO, com o alto potencial de produtividade e tipo de grãos da linhagem ESAL 501.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Métodos de melhoramento utilizados em feijoeiro

A maioria dos programas de melhoramento de feijoeiro utiliza a hibridação de dois ou mais materiais visando reunir características favoráveis em um único genótipo, RAMALHO & SANTOS (55). A partir da hibridação consegue-se uma população segregante com ampla variabilidade genética, na qual procura-se selecionar os genótipos recombinantes para as características de interesse.

Na utilização do método da hibridação um aspecto importante a ser considerado é a escolha dos progenitores. Segundo RAMALHO et alii (57), o procedimento frequentemente empregado para selecionar progenitores para um cruzamento é baseado em características como resistência a doenças, boa arquitetura e tipo de grãos, o que pode contribuir para solucionar problemas específicos da cultura. No entanto, quando o objetivo é a obtenção de genótipos superiores para características de baixa herdabilidade, os progenitores escolhidos devem possuir uma boa capacidade de combinação, quando cruzados.

Uma técnica que auxilia na escolha de progenitores, com base nas suas capacidades de se combinarem em híbridos, é a de cruzamentos dialélicos, SANTOS et alii (66), WHITEHOUSE et alii (74). O uso desse método, permite ao melhorista dedicar mais esforços àquelas populações segregantes potencialmente capazes de fornecerem genótipos superiores.

Outro aspecto a ser considerado após a realização da hibridação é o modo de condução da população segregante, para em seguida se proceder a seleção de progênies. Entre os métodos mais utilizados no feijoeiro estão o método genealógico (pedigree), da população (bulk) e o retrocruzamento (2, 55, 71).

No método genealógico, são selecionadas plantas individuais a partir da geração  $F_2$ , para as características desejadas e as progênies de cada indivíduo selecionado são novamente submetidas à seleção e assim sucessivamente em cada geração, até que fiquem homogêneas, quando então, são avaliadas em experimentos de campo.

Pelo método da população, as sementes utilizadas em cada geração, geralmente em número de 2000, são amostradas dentre as colhidas das plantas da geração anterior, normalmente da geração  $F_2$  até a  $F_4$  ou  $F_5$ , quando são selecionadas plantas individuais e suas progênies são avaliadas em experimento de campo. Esse método permite utilizar um maior número de indivíduos e portanto explorar a variabilidade decorrente do cruzamento, além de ser menos trabalhoso e oferecer maior chance à seleção natural, uma vez que os genótipos mais competitivos têm maior possibilidade de sobrevivência, FEHR (20).

O retrocruzamento é utilizado quando se dispõe de uma cultivar com excelentes características agronômicas, porém deficiente em um caráter (2, 20, 50, 55). Em razão de raramente se dispor de uma cultivar com excelentes qualidades, procura-se utilizar um progenitor não recorrente mais adaptado e realizar somente dois a três retrocruzamentos para se obter uma população segregante com maiores proporções de alelos do progenitor mais adaptado. Nesta população, procede-se a seleção de progênies portadores das características favoráveis dos dois progenitores, VELLO et alii (68).

¶ A geração da população segregante na qual se vai praticar a seleção, e conseqüentemente a escolha do método a ser utilizado, depende principalmente da herdabilidade dos caracteres a serem selecionados. Para cor de grão e resistência vertical a doenças, por exemplo, pode-se realizar a seleção nas primeiras gerações segregantes. No entanto, para caracteres de baixa herdabilidade como produção de grãos, a seleção deve ser realizada nas gerações mais avançadas quando a população é constituída principalmente por genótipos homozigóticos, ALLARD (2). CASALI & TIGHELAAR (14), verificaram através de estudo com simulação de dados, que o método "genealógico" é o mais efetivo para os caracteres de alta e moderada herdabilidade (0,75 e 0,50 respectivamente), e a melhor linhagem na geração  $F_6$ , foi obtida pelo método da população quando a herdabilidade do caráter é baixa (0,25).

De acordo com RAMALHO & VENCOSKY (59), com o decorrer das gerações de autofecundação há um aumento da herdabilidade, o que indica que a seleção para caracteres de baixa herdabilidade

não deve ser iniciada em  $F_2$ . No entanto esses autores mostram que o incremento na herdabilidade é considerável até  $F_4$ , a partir daí os acréscimos são muito pequenos não compensando o trabalho de avançar mais gerações, mostrando também que quando a seleção vai ser feita apenas entre as progênies, a combinação do método da população e posterior ensaio de progênies é mais eficiente que a manutenção das progênies separadas a partir de  $F_2$ .

## 2.2. Variabilidade genética e distribuição de C. lindemuthianum

O valor da resistência nas cultivares é dependente de sua estabilidade. Esta estabilidade está relacionada com a capacidade de o patógeno surgir sob a forma de uma nova raça vencendo a resistência da cultivar, ALLEN (3). Em feijoeiro, várias raças fisiológicas de C. lindemuthianum têm sido identificadas em todo o mundo, vencendo a resistência das cultivares, VIEIRA (70).

Foi BARRUS (8), quem primeiro demonstrou que cultivares de feijão diferiam em sua suscetibilidade à antracnose. Entretanto, ele também noticiou que isolados de C. lindemuthianum diferiam em patogenicidade, observando a existência de duas raças fisiológicas infectando um grupo de cultivares de feijão. Elas foram denominadas de alfa e beta, BARRUS (9).

Vários outros trabalhos seguiram ao de Barrus nos quais foram ainda identificadas as seguintes raças: gama (BURKHOLDER,

11) delta (Andrus & Wade (1942), citados por LEAKEY (33), epsilon (Blondet, (1963) citado por VIEIRA (69), capa (KRUGER et al, 32), alfa-brasil (FOUILLOUX, 22), lambda (HUBBELING, 26) e iota (HUBBELING, 25).

No estudo da variabilidade de C. lindemuthianum, o que se faz é a coleta de isolados na região a ser estudada e inoculação em diferentes cultivares diferenciadoras. Deste modo, a identificação de raças depende das cultivares empregadas como diferenciadoras e, como na maioria dos estudos elas não são as mesmas, ocorre certa arbitrariedade na nomenclatura das raças, VIEIRA(70).

No México, YERKES JR. & ORTIZ (75), encontraram a raça beta e dez novas raças. Estas foram colocadas em três grupos denominados Mexicano I, II e III. No Brasil, OLIARI et alii (41) e PIO-RIBEIRO & CHAVES (49), utilizando seis cultivares diferenciadoras, identificaram 10 raças, e as denominaram BA-1, BA-2 até BA-10, e as colocaram em grupos de raças, à semelhança do que foi feito no México (Tabela 1). Mais recentemente, MENEZES (37) relatou a ocorrência de quatro novas raças fisiológicas no Brasil e sugeriu que fossem chamadas de zeta, eta, teta e mu. De acordo com os trabalhos de identificação de raças realizadas no Brasil a distribuição das raças nos diversos estados produtores de feijão é a que pode ser vista na Tabela 2.

TABELA 1 - Raças fisiológicas de C. lindemuthianum identificadas por OLIARI et alii (41) e por PIO-RIBEIRO & CHAVES (49).

| Variedade<br>Diferencia<br>dora              | Reação à raça indicada (*) |      |                        |      |                   |                        |      |                      |      |                |
|--|----------------------------|------|------------------------|------|-------------------|------------------------|------|----------------------|------|----------------|
|  | Grupo Alfa                 |      | Grupo Brasi<br>leiro I |      | Grupo Bras.<br>II | Grupo Mexicano<br>no I |      | Grupo Mexicano<br>II |      | Grupo<br>Delta |
|  | BA-1                       | BA-2 | BA-4                   | BA-5 | BA-3              | BA-9                   | BA-6 | BA-7                 | BA-8 | BA-10          |
| Michelite                                    | S                          | S    | S                      | S    | S                 | R                      | S    | S                    | S    | S              |
| Dark Red Kidney                              | R                          | R    | R                      | R    | R                 | R                      | S    | S                    | S    | S              |
| Perry Marrow                                 | R                          | R    | S                      | R    | R                 | R                      | R    | R                    | R    | S              |
| Emerson 847                                  | R                          | R    | S                      | S    | R                 | S                      | S    | S                    | R    | S              |
| <u>Phaseolus aborigi-</u><br><u>neus</u> 283 | S                          | R    | R                      | S    | S                 | R                      | S    | S                    | S    | R              |
| Costa Rica 1031                              | S                          | S    | S                      | S    | S                 | S                      | R    | R                    | R    | S              |
| Cornell 49242                                | R                          | R    | R                      | R    | R                 | R                      | R    | R                    | R    | R              |

(\*) S indica suscetibilidade e R resistência.

TABELA 2 - Distribuição de raças de C. lindemuthianum nos principais estados brasileiros produtores de feijão. (ARAÚJO (5), AUGUSTIN & COSTA (6), KIMATI (31), MENEZES (37), MENEZES et alii (38); MINUSSI et alii (39), OLIVEIRA et alii (42), OLIA RI et alii (41), PARADELA FILHO & POMPEU (44), PIO-RIBEIRO & CHAVES (49, 50), RIBEIRO (60), VIEIRA (70).

| Estados      | Raças |      |       |      |         |      |    |      |     |                |                  |        |      |
|--------------|-------|------|-------|------|---------|------|----|------|-----|----------------|------------------|--------|------|
|              | Alfa  | Beta | Delta | Gama | Epsilon | Capa | Mu | Teta | Eta | Mexica<br>no I | Brasilei<br>ro I | Lambda | Zeta |
| Minas Gerais | x     |      | x     |      | x       |      | x  | x    |     |                |                  |        | x    |
| R.G.S.       | x     | x    | x     |      |         |      | x  |      |     | x              | x                |        |      |
| S. Catarina  | x     | x    | x     | x    | x       | x    | x  |      |     | x              | x                |        |      |
| Paraná       | x     |      | x     |      | x       | x    |    |      | x   | x              | x                | x      | x    |
| São Paulo    | x     |      | x     |      | x       | x    | x  |      |     | x              | x                |        |      |
| R. Janeiro   | x     |      |       |      | x       |      |    |      |     | x              |                  |        |      |
| E. Santo     | x     |      | x     |      | x       |      |    |      |     |                | x                |        | x    |
| M.G. Sul     | x     |      | x     |      |         |      |    |      |     |                |                  |        |      |
| Goiás        | x     |      | x     |      |         |      |    |      | x   |                |                  |        |      |
| Bahia        | x     |      | x     |      | x       |      |    |      |     |                |                  |        |      |
| Alagoas      | x     |      |       |      |         |      |    |      |     |                |                  |        |      |
| Sergipe      | x     |      |       |      |         |      |    |      |     |                |                  |        |      |

### 2.3. Tipos de resistência e sua durabilidade

Existe considerável variação na expressão da resistência bem como na sua durabilidade e controle genético. Alguns tipos de resistências oferecem completo controle da doença enquanto outros fornecem somente proteção parcial, ALLEN (3). Alguns tipos de resistências são mais duráveis, ou seja permanecem efetivas por muitos anos, já outras são pouco duráveis ou mais instáveis, (JOHNSON, 29).

Muitos autores têm sugerido a classificação dos tipos de resistência segundo seus mecanismos e controle genético (40, 46, 51, 61).

De acordo com a interpretação da maioria dos autores, pode-se dizer que a resistência vertical ou específica a raças é frequentemente um caráter qualitativo e atua diferencialmente com relação às raças do patógeno, sendo pois instável. Ela contrasta com a resistência horizontal ou não específica a raças, que é condicionada por poligenes e atua uniformemente contra todas as raças do patógeno, apresentando uma eficiência relativa inferior à vertical, porém mais estável.

Esses conceitos podem levar a crer erroneamente, que a resistência vertical, também chamada de resistência de genes maiores, é sempre menos durável que a resistência horizontal. JOHNSON (28) menciona a existência de alguns exemplos de resistência durável conferida por únicos genes, mostrando ser falsa a idéia de que a resistência somente permanece efetiva se está sob controle

poligênico. Além disso, segundo ALLEN (3), a durabilidade da resistência não depende somente da especificidade da relação hospedeiro-patógeno, ela depende também de aspectos epidemiológicos da doença e do modo no qual a população do patógeno é manejada.

Existem casos nos quais um único gene controla a resistência a um amplo espectro de patogenicidade, fornecendo efetiva proteção durante muitos anos. Como exemplos tem-se o alelo dominante I para resistência ao mosaico comum do feijoeiro, ZAUMEYER & MEINERS (77), o alelo Are para resistência à antracnose, também no feijoeiro, MASTENBROEK (36) e o alelo Pm 4, que condiciona quase imunidade a muitas raças de Erisiphe graminis em trigo, ELLINGBOE (19).

Ainda não se tem certeza se esses genes de efeitos maiores que conferem resistência à várias raças do patógeno são realmente genes únicos. Existe uma suspeita de que esses genes sejam na verdade blocos gênicos, isto é, são genes fortemente ligados e segregam como genes únicos, RUSSEL (62). Segundo este autor, muitos dos genes que controlam a resistência ao míldio pulverulento em cevada estão ligados e são herdados em grupo. A ligação favorece a retenção da combinação existente destes genes, sem que haja necessidade de trabalhos para combiná-los.

Em feijoeiro, especificamente para resistência à antracnose, diversas fontes de resistência monogênica efetivas contra um amplo espectro de raças do patógeno têm sido identificadas e apresentam um grande valor potencial por fornecerem proteção durável até a evolução ou introdução acidental de uma nova raça, ALLEN (3). Se estiver correta a hipótese de que esses genes sejam na

verdade vários genes de resistência fortemente ligados, uma nova raça para vencê-los deve acumular vários genes de virulência, o que explica a longevidade destes genes de resistência.

Apesar de a resistência vertical receber maior atenção por parte dos melhoristas, a resistência horizontal a C. lindemuthianum não tem sido deixada de lado. A cultivar Iapar 8-Rio Negro desenvolvida no Paraná por ALBERINI et alii (1) apresenta resistência de campo à antracnose. Segundo VIEIRA (72), muitas cultivares brasileiras apresentam considerável resistência horizontal a muitas moléstias que as atacam provavelmente como resultado da seleção natural a que estão submetidas a longo tempo devido ao fato de a maioria dos produtores utilizarem sua própria semente.

#### 2.4. Herança e fontes de resistência vertical a C. lindemuthianum

A capacidade do patógeno variar quanto à patogenicidade torna o melhoramento visando resistência a doenças um processo inevitavelmente contínuo, Walker citado por PLANK (51). Para vencer a variação patogênica do fungo causador da antracnose, várias pesquisas têm sido feitas visando encontrar novas fontes de resistência.

Inicialmente, descobriu-se que a resistência à antracnose dependia da ação de um, dois ou três genes para cada raça, BURKHOLDER (12), MC ROSTIE (35). Entretanto, estudos mais recentes

mostram que a resistência pode ser geneticamente mais complexa, sendo em alguns casos conferida por genes duplicados e complementares, os quais podem ser representados por vários alelos, dependendo das cultivares envolvidas e da raça em consideração, CARDENAS et alii (13).

Segundo VIEIRA (70), as investigações também parecem mostrar que 10 genes podem governar a resistência ou suscetibilidade dos feijoeiros à raça alfa, beta e gama. Desta forma, o trabalho do melhorista fica muito mais difícil e o surgimento de uma nova raça pode anular todo o esforço realizado.

Felizmente têm sido identificados genes que governam a resistência às diversas raças, como é o caso dos alelos dominantes Are, Mexique 1, Mexique 2 e Mexique 3. O alelo dominante Are foi descoberto em 1960 por MASTENBROEK (36) na cultivar de feijão preto 'Cornell 49-242', originária da Venezuela. Ele confere resistência às raças alfa, beta, gama, delta, grupo brasileiro I, brasileiro II, mexicano I e mexicano II, porém tem sua resistência vencida pelas raças capa, iota e alfa-brasil, VIEIRA (70).

A procura por novas fontes de resistência continuou e em 1965, BANNEROT (7) descobriu nas linhagens México 222 e México 227, o alelo dominante Mexique 1, que é diferente e independente do alelo Are, embora ambos confirmam resistência às mesmas raças.

Em 1972, foram encontradas 5 linhagens resistentes em outra coleção mexicana, e dentre essas encontra-se a Acapulco, que cruzada com a linhagem Tenderette originou a linhagem TO, que possui o alelo dominante Mexique 2, o qual confere resistência às

raças alfa, beta, delta, gama, epsilon, capa, mu, teta, eta, Mexicano I, Brasileiro I, labda e alfa brasil (21, 22, 70).

O outro alelo dominante de resistência, o Mexique 3, foi identificado na Europa, FOUILLOUX (22). Ele também confere resistência a todas as raças conhecidas naquele continente.

A resistência às raças capa, alfa e delta tem sido encontrada na Europa nas cultivares Kaboon, Coco a la creme, em seleções de Côco Rose, em Bo-22 e em evolutie (HUBBELING, 26). As cultivares PI 165422 e PI 207262 são citadas como resistentes às raças capa e iota (HUBBELING, 25) sendo a última também resistente à raça alfa-brasil, VIEIRA (70).

No Brasil, diferentes cultivares possuidoras do alelo Are foram lançadas como: Aroana 80, Carioca 80 e Moruna 80, (POMPEU, 52); Iapar 5-Rio Piquiri e Iapar 7-Rio Vermelho (ALBERINI et alii, 1), ESAL 505, ESAL 506, ESAL 507, ESAL 508, ESAL 511 e ESAL 522 (RAMALHO & SANTOS, 56). Porém, a raça capa detectada nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo (Tabela 2) é capaz de vencer a resistência conferida pelo alelo Are. Também já foi encontrada a raça zeta que vence a resistência conferida pelo alelo Mexique 2, embora identificada apenas nos estados de Paraná e Espírito Santo, MENEZES (37).

## 2.5. Estratégias para o uso de resistência vertical

Por ser herdada qualitativamente, a resistência vertical

é facilmente transferida para os genótipos desejáveis, conferindo-lhes um alto grau de resistência. No entanto, em geral ela não é estável podendo ser vencida por novas raças do patógeno.

Com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade das cultivares às novas raças do patógeno, os melhoristas podem lançar mão de algumas estratégias. De acordo com alguns autores (18, 20, 40) no melhoramento para resistência específica as quatro estratégias gerais seguintes podem ser adotadas: uso de um gene de resistência a cada tempo, multilinhas, pirâmide de genes e zoneamento para genes verticais.

O uso de um gene de resistência a cada tempo, consiste no planejamento para liberação e uso dos genes de resistência de acordo com a composição das raças na população do patógeno. Quando surge uma nova raça que é virulenta ao gene de resistência usado no momento, novas cultivares que carregam um gene efetivo contra a nova raça devem ser liberadas, PARLEVLIET (45). Essa estratégia para ter sucesso necessita que a cultura seja plantada de preferência em áreas contínuas e que os melhoristas trabalhem em conjunto. No caso da utilização de um gene que proporciona resistência a um maior número de raças, o surgimento de uma nova raça que o vença é mais demorado, aumentando pois, a durabilidade da resistência, ALLEN (3).

A utilização de multilinhas foi sugerida como método de controlar as ferrugens da aveia por JENSEN (27), em 1952 e consiste em misturar genótipos, cada qual contendo um gene de resistência vertical diferente. PLANK (51) enfatiza que a multilinha apresenta efeito similar ao da resistência horizontal, porque ambos

mecanismos diminuem a taxa de desenvolvimento da doença.

Embora a multilinha forneça proteção contra um amplo espectro de raças de um patógeno e permita a substituição dos genes de resistência quando necessário, o trabalho requerido para transferir um número de genes verticais para cultivares superiores é grande e, durante os anos em que o programa está sendo conduzido, uma nova cultivar superior pode surgir de outros programas limitando a aceitabilidade da multilinha quando esta ficar pronta.

A pirâmide de genes é uma estratégia na qual os vários genes que controlam as raças do patógeno são transferidos para uma única cultivar. Como a multilinha esta estratégia oferece algumas desvantagens que dificultam sua adoção.

O zoneamento para genes verticais consiste em distribuir geograficamente e também em épocas diferentes, os genes de resistência vertical, dificultando assim a formação de novas raças e disseminação do inóculo, PARLEVLLET (45).

## 2.6. Melhoramento para resistência vertical à doenças

A resistência vertical é normalmente um caráter que apresenta alta herdabilidade, sendo portanto, simples de ser incorporada e/ou selecionada.

O ideal é reunir em uma cultivar, a resistência presente em determinado material com outras características favoráveis. Nes

te caso, os métodos convencionais de melhoramento de plantas autógamias que utilizam a hibridação são os mais utilizados na incorporação de resistência, RUSSEL (62).

No caso de hibridação, na qual o progenitor resistente não possui características desejáveis a não ser os genes de resistência, recomenda-se o método do retrocruzamento, usando o progenitor suscetível como recorrente para associar suas boas características agronômicas com a resistência RAMALHO & SANTOS (55).

De acordo com PEREIRA et alii (47), nos cruzamentos que envolvem progenitores resistentes que possuem também genes que conferem mais características desejáveis outros métodos podem ser utilizados no manuseio de gerações segregantes, sendo possível selecionar a partir da geração  $F_2$  para resistência, e nas gerações mais avançadas para outras características. Neste caso, a população  $F_2$  é submetida ao patógeno para identificação e seleção dos indivíduos resistentes, os quais são conduzidos ou pelo método da população ou pelo método genealógico até a geração  $F_5$  ou  $F_6$ , quando muitas plantas estão em homozigose completa para a maioria dos locos, e as melhores são então selecionadas.

Quando se usa o método da população e não se seleciona para resistência em  $F_2$ , a seleção natural contribui para a eliminação das plantas suscetíveis, quando ocorre epidemia natural. Como nem sempre se pode contar com epidemias naturais, a seleção para resistência é principalmente feita através de inoculação artificial na população segregante, permitindo maior discriminação das reações das plantas, RUSSEL (62).

## 2.7. Métodos de inoculação artificial para avaliação de resistência a C. lindemuthianum

Nos testes de resistência, é preciso induzir o aparecimento da doença, através da inoculação artificial de plantas com isolados ou raças do patógeno, que pode ser em casa de vegetação ou em campo.

Para que a inoculação seja eficiente é preciso observar alguns fatores, tais como: qualidade e concentração ideal de inóculo e condições de ambiente ótimas para o desenvolvimento do patógeno, RUSSEL (62).

Na inoculação de plantas de feijão com C. lindemuthianum diversos métodos têm sido usados. No método empregado por MINUSSI et alii (39), a inoculação é feita em sementes pré-germinadas e sem tegumento, semeadas em solo esterilizado e mantidas em câmara de crescimento durante oito dias. Este método é classificado de drástico por SANTOS et alii (64), por determinar a morte do material suscetível e provocar algumas lesões no resistente. No entanto, permite discriminar com facilidade as plantas resistentes de uma população segregante.

Um método mais brando, mas que também permite um bom discernimento das plantas resistentes e suscetíveis é o empregado por PIO-RIBEIRO & CHAVES (50). A inoculação é feita na fase de plântula, no oitavo dia após a semeadura, após o que as plântulas são deixadas em câmara de nevoeiro, com temperatura controlada, durante 72 horas e depois mantidas em casa de vegetação.

Existe ainda o método utilizado por MENEZES et alii (38), no qual as sementes são colocadas em papel germinador e no terceiro dia são imersas durante uma hora em suspensão de conídios e em seguida são recolocadas no papel de filtro e deixadas em câmara de crescimento com umidade e temperatura controladas.

ARAÚJO (4), comparando os três métodos acima descritos, observou variações quanto ao tipo de reação obtido em função do método de inoculação utilizado, que, segundo o autor, foram devidas às condições de manejo propiciadas às plântulas. O autor constatou que o método de PIO-RIBEIRO & CHAVES (50) forneceu mais reações de resistência que os demais.

## 2.8. Avaliação das progênies

Geralmente uma nova cultivar é desenvolvida para ser utilizada em regiões amplas. Nessas regiões, pode-se encontrar grande diversidade de condições climáticas, de solo e de cultivo e até mesmo novas raças do patógeno. Quando são avaliados nessas regiões, os materiais podem apresentar comportamentos discordantes nos diferentes ambientes, originando a chamada interação genótipo por ambiente.

Segundo SANTOS (63), a existência de interação genótipo x ambiente indica que a recomendação de cultivares deve ser feita para ambientes particulares ou que deve-se procurar materiais que sejam menos influenciáveis pelas variações ambientais. É por essa

razão que as populações segregantes, as progênies sob seleção e principalmente as progênies mantidas nos últimos ciclos seletivos, devem ser avaliados nas condições de cultivo que representem a região.

Além do conhecimento do comportamento nos diferentes locais, é importante que os genótipos resistentes recém-selecionados tenham sua resistência confirmada através de testes suplementares, quando só então poderão ser utilizadas com segurança, PEREIRA et alii (47).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado de acordo com as etapas esquematizadas na Figura 1.

#### 3.1. Progenitores utilizados

Os progenitores usados para obter a população segregante foram as linhagens ESAL 501 e TO. A linhagem ESAL 501 foi obtida pelo programa de melhoramento da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), através do cruzamento 'Carioca x Cornell', apresenta hábito de crescimento tipo III, porte prostrado, sementes tipo Carioca ou seja, de coloração creme com listras marrom e halo amarelo, ciclo de aproximadamente 90 dias, boa produtividade, porém é suscetível à antracnose, RAMALHO & SANTOS (56).

A linhagem TO é originária do cruzamento de linhagens mexicanas, também apresenta hábito de crescimento tipo III e porte prostrado, sementes grandes, brilhantes, de cor creme com listras marrom e halo preto. Apresenta o ciclo de aproximadamente 80 dias

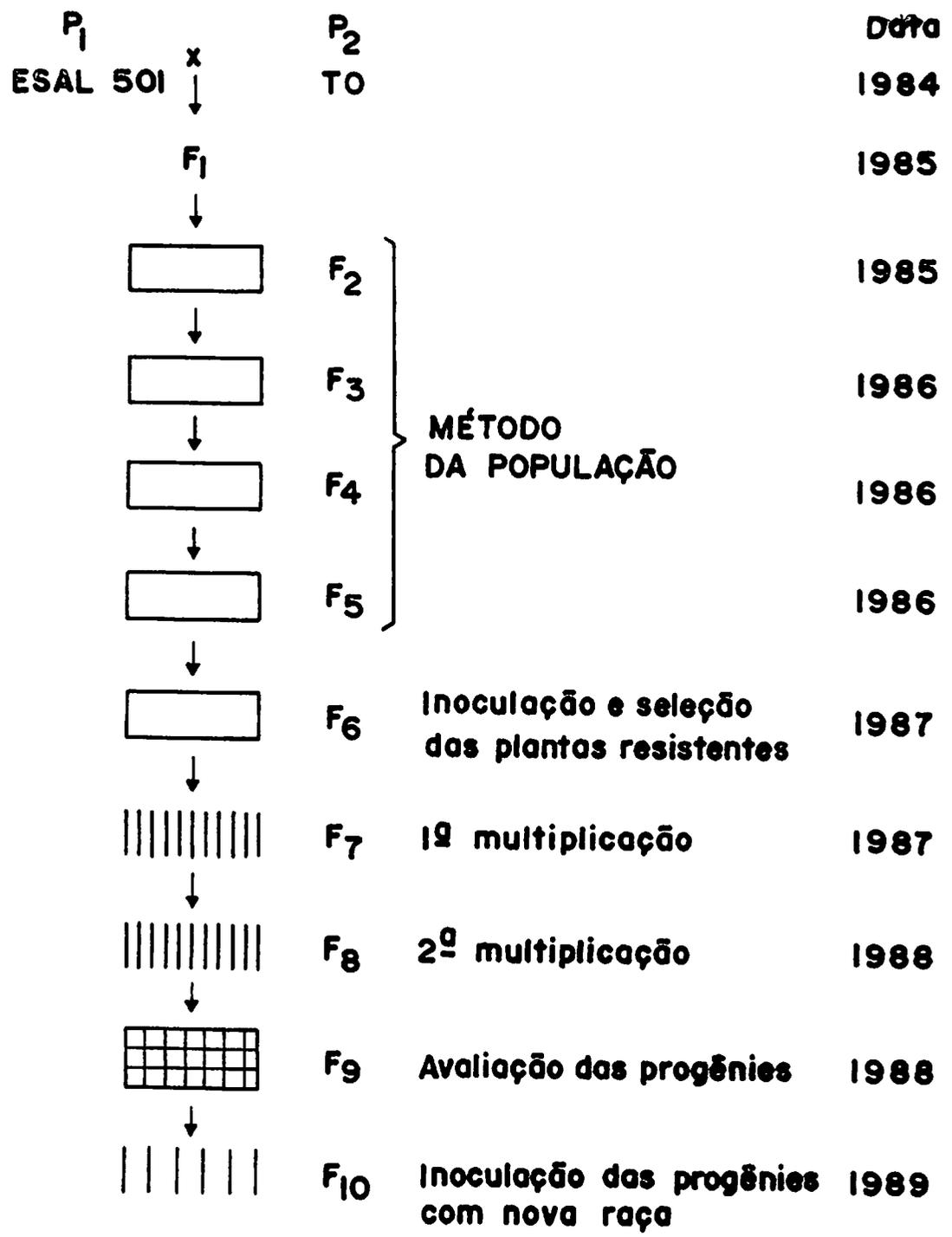


FIGURA 1 - Esquema das etapas realizadas na obtenção das progênes resistentes a C. lindemuthianum na população ESAL 501 x TO.

e pequena adaptação à região. No entanto, é portadora do alelo do minante Mexique 2, o qual confere resistência à maioria das raças conhecidas de C. lindemuthianum, FOUILLOUX (22), VIEIRA (70).

### 3.2. Obtenção e método de condução da população segregante

O cruzamento entre ESAL 501 e TO foi realizado em 1984 no campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), segundo a metodologia proposta por VIEIRA (71). A população obtida foi conduzida pelo método da população até a geração F<sub>6</sub>, quando foram selecionadas as plantas resistentes.

### 3.3. Identificação do material resistente

Para a avaliação da resistência à antracnose, foram selecionadas na população segregante as sementes semelhantes ao tipo Carioca, as quais foram inoculadas com esporos de Colletotrichum lindemuthianum.

#### 3.3.1. Isolamento do patógeno

O isolamento de C. lindemuthianum foi obtido de lesões

em vagens procedentes de culturas de feijão da região Sul de Minas Gerais. As vagens foram desinfectadas superficialmente através da imersão em álcool 50% durante alguns segundos, seguida de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 2 minutos. Em seguida foram lavadas 3 vezes sucessivas em água destilada e esterilizada e colocadas em câmara úmida por 2 dias.

Procedeu-se o isolamento através do plaqueamento de esporos em meio de cultura M3 de JUNQUEIRA et alii (30), que é uma modificação do meio sugerido por MATHUR et alii (34). A incubação foi realizada à temperatura de 20°C por um período de 10 dias.

Para evitar a perda de patogenicidade pelo fungo, após 3 repicagens sucessivas das culturas, procedia-se a inoculação em sementes de feijão e posterior reisolamento.

### 3.3.2. Preparo do inóculo e inoculação

Para as inoculações, foram preparadas suspensões de esporos, através da adição de 5 ml de água esterilizada em cada placa e raspagem da superfície da cultura para liberação dos esporos. As suspensões foram obtidas de diversas placas com cultura de 10-15 dias de crescimento e a concentração de esporos foi determinada através de hemacitômetro.

O método de inoculação empregado foi semelhante ao utilizado por MINUSSI et alii (39), que consistiu em deixar as sementes imersas em água durante 24 horas em temperatura ambiente para

permitir a pré-germinação e a retirada do tegumento. Em seguida as sementes foram imersas em uma suspensão dosada em  $2 \times 10^6$  esporos por ml.

Foram feitas 8 inoculações, cada uma em um lote de 500 sementes, totalizando 4000 sementes inoculadas às quais foram colocadas em um número de 3 por saco plástico contendo solo esterilizado. Os sacos plásticos foram mantidos em sala de crescimento com temperatura entre 18 e 22°C, 12 horas de luz artificial intercaladas com 12 horas de escuro e 90% de umidade relativa. Como testemunha foram utilizadas as linhagens parentais ESAL 501 e TO.

### 3.3.3. Seleção das progênes resistentes

Para cada inoculação a seleção foi realizada cerca de 10 dias após a semeadura das sementes inoculadas, quando então as plantas resistentes foram transplantadas com torrão para o campo a fim de produzirem sementes. Foram consideradas resistentes as plantas que não apresentaram sintomas. Das plantas resistentes transplantadas, 98 produziram sementes e cada uma constituiu uma progênie que teve suas sementes multiplicadas por duas vezes a fim de produzir número suficiente de sementes para avaliação experimental com relação a outras características.

### 3.3.4. Reavaliação da resistência das progênies selecionadas

Após a avaliação das 98 progênies com relação a produção de grãos e número de dias para o florescimento, foram selecionadas as 12 progênies mais produtivas, com base na média dos dois locais. Apenas 12 foram selecionadas, em razão de a maioria das progênies serem pouco adaptadas e apresentarem um tipo de grãos com pequena aceitação no mercado.

As 12 progênies tiveram sua resistência novamente testada, mas desta vez, diante de um isolado do fungo, que foi coletado na região de São Gotardo-MG, em experimentos de plantio das "águas" em 1989. Este isolado está sendo considerado como uma nova raça por ter sido encontrado infectando cultivares portadoras do alelo Are, pela primeira vez em Minas Gerais. Existe suspeita de que essa raça tenha sido introduzida do estado do Paraná, através de alguns materiais provenientes desse estado. É importante salientar que a linhagem TO apresentou-se resistente a essa raça e a linhagem ESAL 501 suscetível.

Para a reavaliação da resistência foi utilizado método semelhante ao empregado por PIO-RIBEIRO & CHAVES (50). A inoculação foi realizada 6 dias após a semeadura, através da pulverização das plantas até o escorrimento, com a suspensão de  $2 \times 10^6$  esporos/ml. As plantas foram mantidas em câmara de crescimento, com temperatura entre 12 e 22°C durante 3 dias, cobertas com saco plástico para manter a umidade do ar elevada. No terceiro dia após a inocula

ção, começaram a aparecer os sintomas e a avaliação foi feita no 5º dia, quando foi feita a avaliação da incidência da doença.

### 3.4. Avaliação das progênies quanto à produção e número de dias para florescimento

Como a seleção foi realizada na geração  $F_6$  e procedeu-se a duas multiplicações, as progênies foram avaliadas com relação a produção de grãos e número de dias para florescimento, na geração  $F_9$ .

A avaliação foi realizada em dois locais: na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em Patos de Minas e no campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) em Lavras.

Patos de Minas está localizada na região do Alto Paranaíba, a 856 m de altitude,  $18^{\circ}35'$  de latitude Sul e  $46^{\circ}31'$  W de longitude. Lavras está situada na região Sul do estado de Minas Gerais, a 910 m de altitude,  $21^{\circ}14'$  de latitude Sul e  $45^{\circ}00'$  W de longitude.

As 98 progênies mais os parentais foram avaliados em um látice triplo 10 x 10 em Patos de Minas com semeadura em julho de 1988 e em Lavras com semeadura em agosto de 1988. Cada parcela foi constituída de 1 linha de 2 metros de comprimento espaçadas de 0,50m. Foram semeadas 3 sementes por cova e cada linha teve 10 covas espaçadas de 0,20m.

Como adubação utilizou-se 400 kg/ha da fórmula 4N-14P<sub>2</sub>O-8K<sub>2</sub>O na sementeira e 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, 20 dias após a emergência.

Foi avaliado o número de dias decorridos da sementeira até o início do florescimento de pelo menos 50% das plantas da parcela, e a produção de grãos foi obtida em g/parcela.

### 3.5. Análise dos dados

Foram realizadas análises de variância da produção de grãos e número de dias para florescimento inicialmente isoladas por local e posteriormente em conjunto. O esquema do resumo destas análises com as respectivas esperanças de quadrados médios encontra-se na Tabela 3. A análise de variância conjunta foi feita usando-se as médias ajustadas de progênies e como resíduo usou-se a média dos erros efetivos das análises de variância individuais. O efeito de locais foi considerado como fixo e os demais como aleatórios.

A análise conjunta, seguiu o seguinte modelo matemático.

$$Y_{ij} = m + P_i + l_j + (pl)_{ij} + e_{(ij)k}$$

onde:  $Y_{ij}$ : produção da progênie  $i$  no local  $j$

$m$  : média geral

$P_i$  : efeito da progênie  $i$

$l_j$  : efeito do local  $j$

$(pl)_{ij}$  : efeito da interação da progênie  $i$  com local  $j$   
 $e_{(ij)k}$  : efeito do erro ambiental médio.

TABELA 3 - Esquema das análises de variância individuais e conjun-  
ta.

| FV                 | GL                | QM       | E(QM)  |                                |
|--------------------|-------------------|----------|--|--------------------------------|
| Análise individual |                   |          |  |                                |
|                    |                   |          | Lavras   | Patos                          |
| Progênies (aj.)    | $(p - 1)$         | $Q_1$    | $\sigma_L^2 + r \sigma_{PL}^2$                             | $\sigma_P^2 + r \sigma_{PP}^2$ |
| Erro efetivo       | $(n-1)(rn-n-1)$   | $Q_2$    | $\sigma_L^2$   | $\sigma_P^2$                   |
| Análise conjunta   |                   |          |  |                                |
| Tratamentos (Tr)   | $(n^2 - 1)$       | $Q_3$    |  |                                |
| Prog (P)           | $(p - 1)$         | $Q_4$    | $\sigma^2 + lr\sigma_P^2$                                  |                                |
| Test (T)           | $(t - 1)$         | $Q_5$    |  |                                |
| P vs T (G)         | $(g - 1)$         | $Q_6$    |  |                                |
| Locais (L)         | $(\ell - 1)$      | $Q_7$    | $\sigma^2 + r\sigma_{TrL}^2 + \frac{n}{\ell-1} \sum L_j^2$ |                                |
| Tr x L             | $(n^2-1)(\ell-1)$ | $Q_8$    |  |                                |
| P x L              | $(p-1)(\ell-1)$   | $Q_9$    | $\sigma^2 + r \frac{\ell}{\ell-1} \sigma_{PL}^2$           |                                |
| T x L              | $(t-1)(\ell-1)$   | $Q_{10}$ |  |                                |
| G x L              | $(g-1)(\ell-1)$   | $Q_{11}$ |  |                                |
| Erro efetivo médio | $(n-1)(rn-n-1)$   | $Q_{12}$ | $\sigma^2$   |                                |

onde:  $\ell$ ,  $r$ ,  $p$ ,  $n$ ,  $g$ ,  $t$  é o número de locais, repetições, progênie-  
es, tratamentos por bloco, grupos e testemunhas, respectiva-  
mente.

$\sigma^2$  é o erro experimental

$\sigma_{PL}^2$  é a variância da interação progênie x locais

$\sigma_P^2$  é a variância genética entre progênes

$\sum_j L_j^2$  é a função quadrática dos efeitos de locais

$\sigma_L^2$  e  $\sigma_P^2$  é o erro experimental em Lavras e Patos, respectivamente.

$\sigma_{PL}^2$  e  $\sigma_{PP}^2$  - variância genética das progênes em Lavras e Patos, respectivamente.

$\sigma_{TrL}^2$  é a variância da interação tratamentos x locais.

### 3.6. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos

#### 3.6.1. Estimativa dos componentes de variância

As estimativas da variância genética ( $\hat{\sigma}_P^2$ ) de progênes e da variância da interação progênes x locais ( $\hat{\sigma}_{PL}^2$ ) foram feitas baseadas nas esperanças dos quadrados médios da Tabela 3, do seguinte modo:

$$\hat{\sigma}_P^2 = Q_4 - Q_{12}/lr \quad e \quad \hat{\sigma}_{PL}^2 = Q_9 - Q_{12}/r \frac{l}{l-1}$$

### 3.6.2. Estimativa da correlação genética entre as progê - nias em Lavras e Patos de Minas ( $r_{L,P}$ )

Esta estimativa foi obtida pela expressão:

$$r_{L,P} = \frac{COV_{GL,P}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{P_L}^2 \hat{\sigma}_{P_P}^2}}$$

onde:  $COV_{GL,P}$  é a estimativa da covariância genética entre as mé  
dias das progênes em Lavras e Patos de Minas

$\hat{\sigma}_{P_L}^2$  e  $\hat{\sigma}_{P_P}^2$  são as estimativas das variâncias genéticas das  
progênes em Lavras e Patos de Minas, respecti-  
vamente.

### 3.6.3. Decomposição da interação progênes x locais

A interação progênes x locais foi decomposta em duas  
partes, uma simples e outra complexa, de acordo com VENCovsky  
(69), através da seguinte expressão:

$$\hat{\sigma}_{PL}^2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} (\hat{\sigma}_{P_L} - \hat{\sigma}_{P_P})^2 + \hat{\sigma}_{P_L} \cdot \hat{\sigma}_{P_P} (1 - r_{L,P}) \right]$$

onde:  $\frac{1}{2} (\hat{\sigma}_{P_L} - \hat{\sigma}_{P_P})$  estima a parte simples da interação

$\hat{\sigma}_{P_L} \hat{\sigma}_{P_P} (1-r_{L,P})$  estima a parte complexa da interação

### 3.6.4. Estimativa da herdabilidade

A herdabilidade foi estimada utilizando a seguinte expressão:

$$h^2 = \frac{C\acute{O}V_{GL,P}}{\sigma^2_{\bar{F}}} \times 100$$

onde:  $C\acute{O}V_{GL,P}$  é a estimativa da covariância genética entre as médias das progênes obtidas em Lavras e Patos de Minas. Foi utilizada para estimar a herdabilidade, pois é uma medida da variância genética sem o efeito da interação progênie por locais, já que não existe correlação entre os efeitos ambientais dos dois locais.

$\sigma^2_{\bar{F}}$  é a estimativa da variância fenotípica média de progênes  $F_9$  e corresponde a  $Q_4/1r$  da Tabela 3.

### 3.6.5. Estimativa do ganho esperado com a seleção ( $\Delta G$ )

Esta estimativa foi obtida com base na seleção das 12 progênes mais produtivas através da expressão:

$$\Delta G = ds \times h^2$$

onde:  $ds$  é a diferença entre a média das 12 progênes selecionadas com base nos dois locais e a média das 98 progênes.

3.6.6. Estimativa do coeficiente de correlação genética da produção de grãos com o número de dias para o florescimento

Esta estimativa foi obtida de acordo com a metodologia u tilizada por PEREIRA FILHO et alii (48) através da seguinte expressão:

$$r_G = \frac{COV_{P(P,F)}}{COV_{P_P} \cdot COV_{P_F}}$$

onde:  $COV_{P_P}$  é a covariância genética obtida entre as médias da produção das progênes em Patos e Lavras.

$COV_{P_F}$  é a covariância genética obtida entre as médias do número de dias para florescimento das progênes em Patos e Lavras.

$COV_{P(P,F)}$  é a covariância genética da produção com o número de dias para florescimento das progênes, que foi calculada pela seguinte expressão:

$$COV_{P(P,F)} = \frac{COV(P_L, F_P) + COV(P_P, F_L)}{2}$$

onde:  $COV(P_L, F_P)$  é a covariância entre as médias da produção das progênes em Lavras e as médias do número de dias para florescimento em Patos.

$COV(P_P, F_L)$  é a covariância entre as médias da produção das progênes em Patos e as médias do número de dias para florescimento em Lavras.

### 3.6.7. Estimativa da eficiência da seleção

Foi obtida segundo a expressão proposta por HAMBLIN & ZI  
MERMANN (24):

$$E.S. = \frac{A - C}{B - C} \times 100$$

onde: A é o número de progênies comuns aos dois locais de seleção  
B é o número de progênies selecionados  
C é o número esperado de progênies em comun nos dois locais,  
unicamente devido ao acaso, que é igual a 10% de B.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seleção de progênies de feijoeiro a partir de uma população segregante, visa obter aqueles genótipos que reúnam as características favoráveis que estão separadas nos progenitores, e se possível genótipos recombinantes superiores, RUSSEL (62). No presente trabalho, pretendeu-se associar a resistência a C. lindemuthianum e precocidade da linhagem TO com o alto potencial de produtividade e tipo de grãos da linhagem ESAL 501.

Inicialmente, na seleção massal realizada na população  $F_6$  ESAL 501 x TO, considerou-se apenas o tipo de grãos e a reação à antracnose, por serem caracteres de alta herdabilidade e também porque a cor é avaliada nas sementes e a resistência na planta jovem. Já o ciclo, que pode ser avaliado através do número de dias da sementeira até o florescimento, (10, 23, 53) e a produção de grãos que só pode ser obtida após a planta ter completado o ciclo, foram selecionados com base em avaliações posteriores; isto porque, especialmente no caso da produção de grãos que é um dos caracteres mais influenciados pelo ambiente, a seleção deve ser realizada a partir da avaliação experimental das progênies, utilizando

do-se de delineamentos apropriados, quando se consegue maior progresso.

As condições experimentais empregadas na seleção das progênies resistentes são consideradas drásticas, MINUSSI et alii (39), SANTOS et alii (63). De fato, a morte de 100% das plantas da testemunha suscetível, ESAL 501, confirmam a eficiência do método para a seleção apenas das plantas resistentes da população segregante. Esta eficiência foi conseguida graças à alta concentração de inóculo utilizada e às condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento da doença. Este resultado foi possível também porque a resistência proveniente da linhagem TO foi completa mesma nas condições mais favoráveis para o desenvolvimento do patógeno.

Um resultado que chama a atenção é o pequeno número de progênies resistentes, pois apenas 98 foram obtidas das 4000 sementes com tipo semelhante a ESAL 501, que foram inoculadas. De acordo com FOUILLOUX (22), a resistência encontrada na linhagem TO é monogênica, conferida pelo alelo dominante Mexique 2. Diante disso, a proporção de plantas resistentes esperadas na geração  $F_6$  é de 51,6%, sendo 48% homozigóticas, muito diferente da proporção encontrada que foi de 2,4%. A principal explicação para essa pequena proporção de progênies resistentes obtida é o fato de que nem todas as plantas resistentes selecionadas conseguiram sobreviver após o transplante, ou mesmo produzir sementes, o que pode ser atribuído às condições em que as plantas permaneceram em sala de crescimento, as quais as deixaram estioladas e enfraquecidas. Uma hipótese que também justifica a pequena quantidade de plantas

resistentes obtidas é a de que o alelo de resistência esteja ligado aos genes que conferem adaptação e como a linhagem TO é pouco adaptada, parte de seus descendentes resistentes e pouco adaptados devem ter sido eliminados pela seleção natural, durante a condução das gerações segregantes.

Foi observado também que dentre as 98 progênies resistentes, somente 3 apresentaram grão fosco. As restantes apresentaram grãos brilhantes, assim como a linhagem TO. Segundo VIEIRA (71), a presença de brilho na semente é devida a um alelo dominante. Considerando que ele seja independente do alelo para resistência Mexique 2, é esperado 25% de progênies resistentes e com grãos foscos. No entanto, a proporção encontrada foi de 3,06%, o que vem sugerir que os alelos para brilho e resistência estejam ligados, na linhagem TO. Além disso, mostra ser mais difícil obter cultivares resistentes e com grãos foscos, que são os mais desejáveis sob o ponto de vista culinário.

Na avaliação das 98 progênies com relação a produção e número de dias para o florescimento, em Lavras e Patos de Minas, pode-se observar que as análises de variâncias individuais, apresentaram teste F altamente significativo para efeito de progênies (Tabela 4), mostrando que existe variação entre os materiais avaliados.

A produtividade média das progênies, quando avaliadas em Lavras foi de 1685 kg/ha, maior que a média em Patos de Minas que foi de 1356 kg/ha.

As progênies quando avaliadas em Lavras gastaram em mé-

dia 57 dias para o florescimento e, em Patos de Minas gastaram 49 dias, em média (Tabela 4), o que pode ser explicado pelo fato de que em Lavras, as baixas temperaturas se prolongaram até cerca de 30 dias após a sementeira, atrasando a emergência. Este fato está de acordo com o que é normalmente comentado na literatura de que o número de dias para florescimento é um caráter muito influenciado pelas baixas temperaturas na fase inicial da cultura (15, 16, 17, 43, 73).

TABELA 4 - Resumo das análises de variância individuais do número de dias para o florescimento e produção de grãos (g/parcela) relativa a avaliação de progênies F<sub>9</sub> ESAL 501 x TO. Pato de Minas e Lavras, 1988.

| F.V.          | G.L. | QM             |            |             |            |
|---------------|------|----------------|------------|-------------|------------|
|               |      | Patos de Minas |            | Lavras      |            |
|               |      | Prod.          | Dias/Flor. | Prod.       | Dias/Flor. |
| Progênies     | 97   | 7708,1995**    | 34,1925**  | 7980,3615** | 43,6736**  |
| Erro efetivo  | 171  | 2522,7290      | 7,4413     | 4430,7910   | 11,4228    |
| Média prog.   |      | 135,56         | 49,0       | 168,47      | 57,0       |
| Média testem. |      | 109,30         | 42,0       | 214,82      | 50,0       |
| CV %          |      | 37,19          | 5,59       | 39,29       | 5,94       |
| Efic. látice  |      | 128,49         | 104,90     | 105,40      | 113,87     |

\*\* Teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Na análise conjunta, o teste F para ambas características - cas apresentou alta significância para o efeito de progênes, locais e interação progênes x locais (Tabela 5). Isto evidencia mais uma vez que as progênes apresentaram variação entre si e também que os desempenhos dessas progênes não foi concordante nos dois locais.

TABELA 5 - Resumo das análises de variância conjuntas do número de dias para florescimento e produção de grãos (g/parcela) relativas a avaliação de progênes F<sub>9</sub> ESAL 501 x TO. Patos de Minas e Lavras, 1988.

| F.V. | G.L. | Prod. | Dias/Flor. |
|------|------|-------|------------|
|      |      |       | OM         |

| Tratamentos (Tr) | Prog. | (P)        | 97          | 10313,70** | 65,40** |
|------------------|-------|------------|-------------|------------|---------|
| Test.            | (T)   | 1          | 42304,68**  | 379,68**   |         |
| P vs T           | (G)   | 1          | 1324,50     | 506,49**   |         |
| Locais           | (L)   | (1)        | 177964,68** | 9751,80**  |         |
| Tr x L           | (99)  | (99)       | 5576,13**   | 12,30**    |         |
| P x L            | 97    | 5374,80**  | 12,45**     |            |         |
| T x L            | 1     | 15229,65** | 10,26**     |            |         |
| G x L            | 1     | 15346,26** | 0,0264      |            |         |
| Erro efetivo     | 171   | 3476,76    | 9,4321      |            |         |

Médias das prog.

151,97

53,0

CV%

27,85%

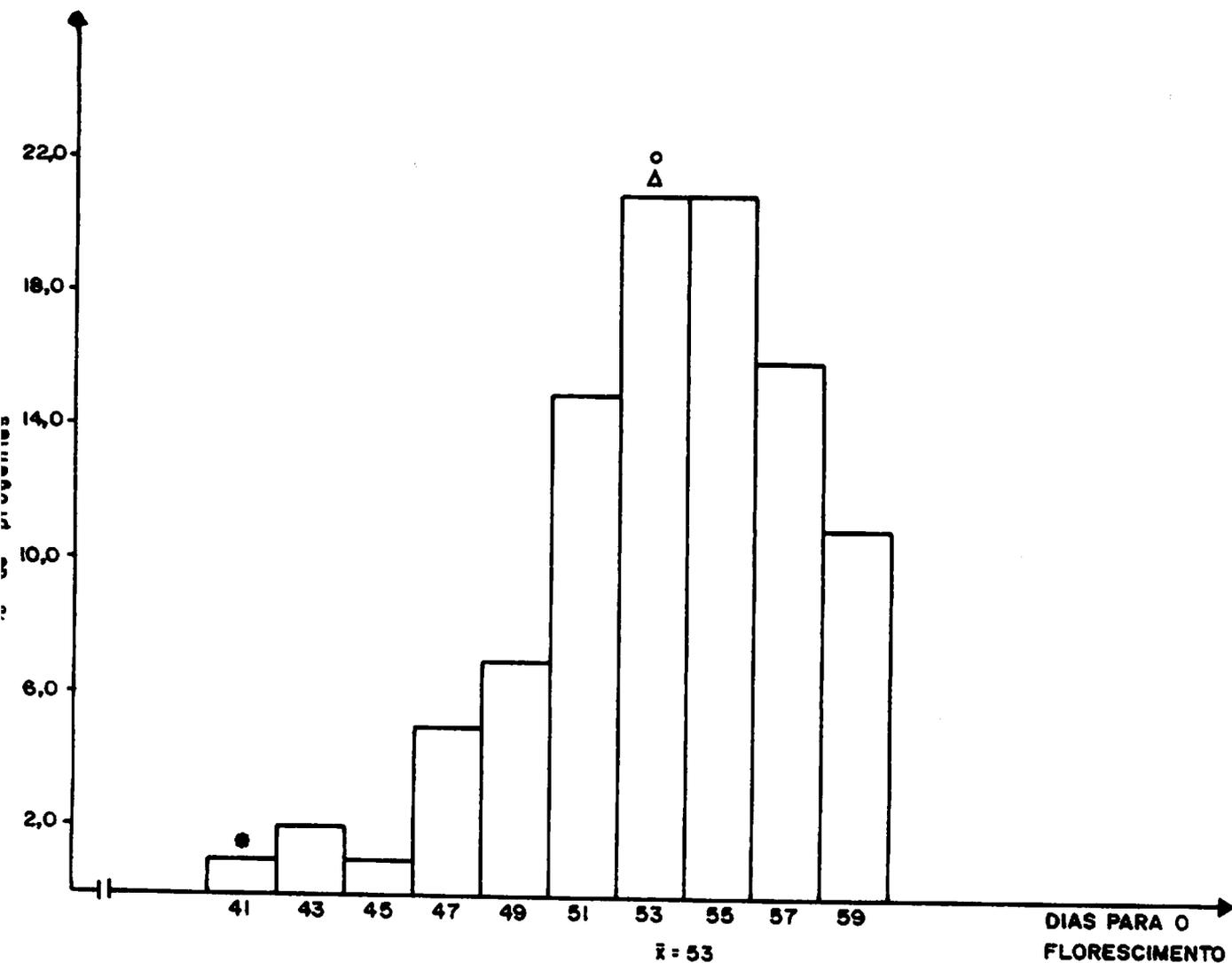
3,85%

\*\* Teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A produtividade média das progênies nos dois locais, foi de 1519 kg/ha (Figura 3) e o número médio de dias para o florescimento foi de 53 (Figura 2). A produtividade média do parental ESAL 501 foi de 2214 kg/ha e do parental TO foi de 1027 kg/ha. A produtividade média do parental 501 foi 45,7% superior à média das progênies. Apesar disso, 43% das progênies apresentaram média superior à média geral das 98 progênies e 7% delas apresentaram média superior à do parental ESAL 501.

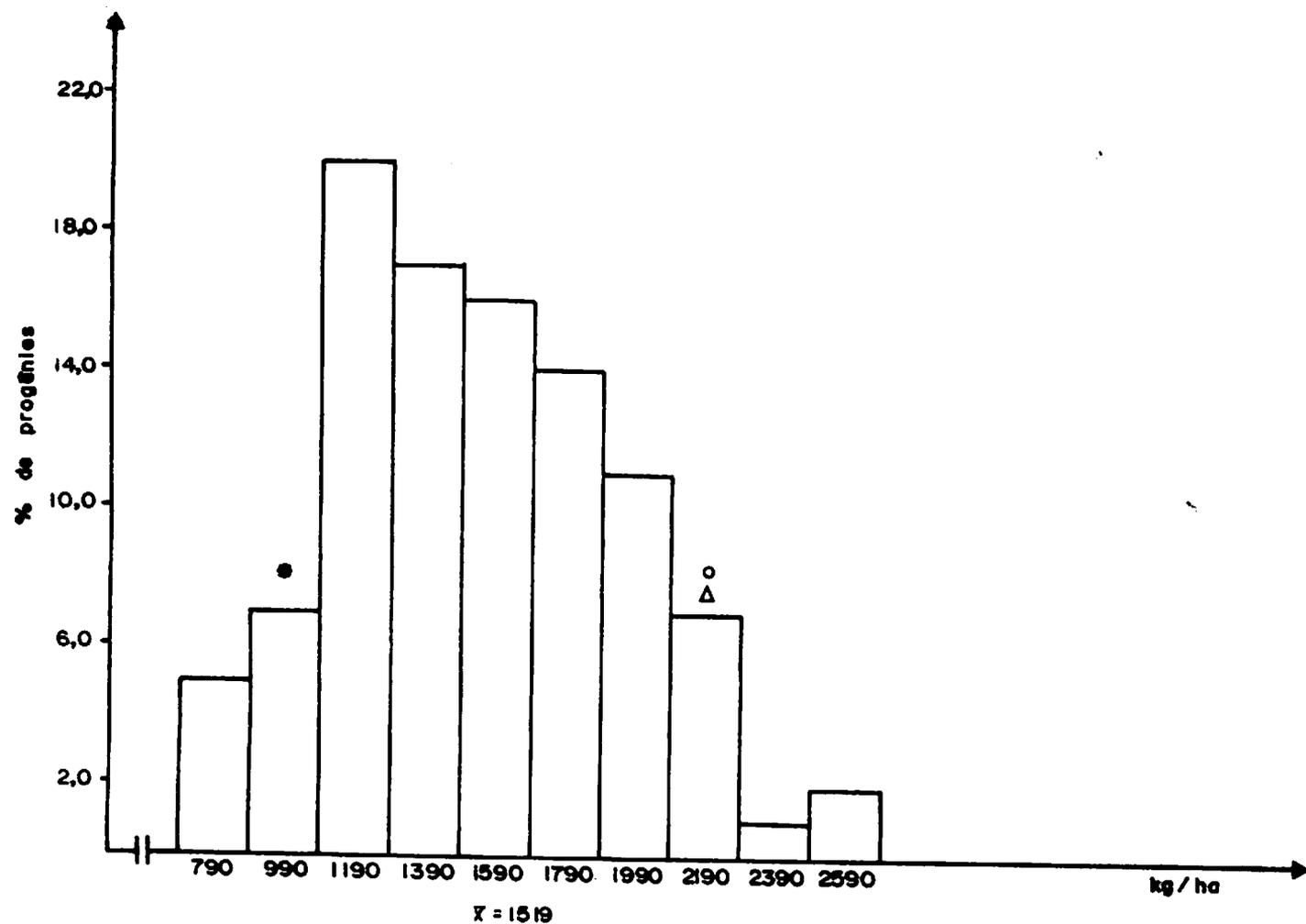
Com relação ao número de dias gastos para florescimento, nenhuma progênie apresentou-se mais precoce que o parental TO, que gastou em média 40 dias para o florescimento. Contudo, 40% das progênies foram mais precoces do que a média das 98 progênies (53 dias) e do que o parental ESAL 501 (52 dias).

O coeficiente de variação para análise da produção de grãos foi superior aos que têm sido obtidos nos ensaios de campo, o que pode ser explicado pela pequena adaptação das progênies, uma vez que o progenitor TO não é adaptado às condições da região e conseqüentemente, as progênies que contêm 50% dos seus alelos também apresentam menor adaptação. Esses resultados mostram que quando se utilizar um progenitor com menor adaptação, deve-se procurar alternativas para melhorar o desempenho das progênies. Uma das alternativas seria realizar um ou mais retrocruzamentos com o progenitor mais adaptado, aumentando assim a frequência de alelos deste progenitor. VELLO et alii (68), em estudos com soja, mostrou que quanto maior a porcentagem de alelos não adaptados presentes na população menor ganho se pode esperar em produtividade, e portanto menor é a chance de selecionar genótipos superiores.



\* • e Δ mostram a classe onde está situada a média do parental TO, do parental ESAL 501 e das 12 progênies selecionadas, respectivamente.

FIGURA 2 - Distribuição de frequências das 98 progênies e testemunhas relativa à média do número de dias para o florescimento. Lavras e Patos de Minas, 1988.



\*, ▲ e ● mostram a classe onde está situada a média do parental TO, do parental ESAL 501 e das 12 progênies selecionadas, respectivamente.

FIGURA 3 - Distribuição de frequência das 98 progênies e testemunha relativa à produção média de grãos (kg/ha). Lavras e Patos de Minas, 1988.

O alto coeficiente de variação pode também ser justificado pelo pequeno tamanho da parcela usado nos experimentos, que foi de 2 m<sup>2</sup>. Normalmente nos ensaios de avaliação de progênies, a quantidade de sementes disponível é pequena, fazendo com que se utilize tamanhos de parcelas e números de repetições menores e, conseqüentemente, a precisão experimental fica reduzida.

Foi grande a participação da interação progênies x locais na estimativa dos componentes de variância da produção de grãos. Isto pode ser visto quando se compara a variância genética entre as progênies ( $\sigma_p^2$ ), que inclui a interação, com a covariância genética das progênies ( $C\hat{O}V_p$ ), que é a variância genética sem a interação progênies por locais, a qual é a parcela da variação que realmente interessa nos processos de seleção (Tabela 6). Pode-se observar que a interação superestima a variância genética e conseqüentemente a herdabilidade e o ganho esperado com a seleção, se não for eliminado o seu efeito.

A variância da interação progênies x locais foi decomposta em duas partes, à fim de conhecer suas causas: uma parte simples, devido à diferença na variabilidade genética das progênies nos dois locais e outra complexa, devido à falta de correlação das progênies de um local para outro (Tabela 7). Verifica-se que tanto para produção como para número de dias para florescimento, a parte complexa foi predominante constituindo 95,9 e 95,7%, respectivamente, do total da estimativa da interação.

Os coeficientes de correlação genética do desempenho das progênies nos dois locais, para produção e número de dias para florescimento foram estimados em 0,57 e 0,90 respectivamente (Ta-

bela 7). Deste modo a maior participação da interação complexa no total da estimativa da interação não pode ser explicada somente pela falta de correlação genética entre as progênies nos dois locais. Ela pode ser atribuída ao fato das variâncias genéticas em ambos os locais (Tabela 6), terem sido altas e de valores semelhantes, o que contribuiu nessas circunstâncias, também para altos valores da interação complexa.

Segundo VENCovsky (69), a parte complexa da interação é problemática, pois uma correlação baixa pode significar que o material superior em um ambiente pode não sê-lo no outro. Os resultados do presente trabalho mostram que houve boa concordância entre as progênies selecionadas, nos dois ambientes. Por exemplo, considerando o número de dias para o florescimento, se fossem selecionadas as 12 progênies mais precoces inicialmente em cada local e posteriormente com base na média dos locais, o número de progênies comuns seria de 7 tanto para a seleção por local como para seleção pela média. Neste caso, a interação complexa não traz tantos problemas para a seleção, pois tanto a seleção com base na produção por local, como na média dos locais, devem fornecer a mesma eficiência.

Para a produção de grãos, com a seleção das 12 melhores em cada local, há uma coincidência de 5 progênies, correspondendo a uma eficiência de seleção de 35,2%. Por outro lado, considerando a seleção com base na média dos 2 locais, há uma correspondência de 8 progênies com Lavras e de 9 progênies com Patos de Minas (Tabela 8), o que corresponde a uma eficiência média de 67,6%. Neste caso, o melhor critério para a seleção das progênies é com

base no desempenho médio das mesmas nos 2 locais, uma vez que conduz a uma maior eficiência.

TABELA 6 - Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, covariância genética de progênes e herdabilidade, para a produção de grãos (g/parcela) e número de dias para o florescimento das 98 progênes ESAL 501 x TO.

| Estimativas           | Produção (g) | Dias/Flor. |
|-----------------------|--------------|------------|
| $\hat{\sigma}_P^2$    | 1139,49      | 9,33       |
| $C\hat{O}V_P$         | 823,13       | 8,83       |
| $\hat{\sigma}_{PL}^2$ | 632,68       | 1,00       |
| $\hat{\sigma}_F^2$    | 1718,95      | 10,90      |
| $\hat{h}^2$           | 47,88%       | 75,50%     |
| $\hat{\sigma}_{PL}^2$ | 1183,19      | 10,75      |
| $\hat{\sigma}_{PP}^2$ | 1728,49      | 8,92       |

TABELA 7 - Estimativa da correlação genética do desempenho das progênies nos dois locais, da variância da interação progênies por locais e de seus componentes simples e complexo, relativos à produção de grãos e número de dias da semeadura até o florescimento.

| Estimativas                      | Produção (g) | Dias/Flor. |
|----------------------------------|--------------|------------|
| $\hat{r}_{L,P}$                  | 0,575        | 0,902      |
| $\hat{\sigma}_{PL}^2$            | 632,564      | 1,002      |
| $\hat{\sigma}_{PL}^2$ (simples)  | 25,722       | 0,043      |
| $\hat{\sigma}_{PL}^2$ (complexa) | 606,842      | 0,959      |

Apesar do coeficiente de variação ter sido alto, a herdabilidade estimada para ambas características (Tabela 6) foi relativamente elevada, quando comparada à obtida em outros trabalhos, (54, 58, 65) indicando que existe suficiente variabilidade e portanto, possibilidade de sucesso com a seleção. Além disso, em razão de a avaliação ter sido realizada em  $F_9$ , a parcela da variância genética entre as progênies correspondente à dominância representa apenas 0,05%, RAMALHO & VENCovsky (59). Portanto, a quase totalidade da variância genética entre progênies é aditiva e em consequência a herdabilidade estimada é equivalente à herdabilidade no sentido restrito, refletindo a proporção da variação total que é herdável.

TABELA 8 - Produção média de grãos, em kg/ha das doze melhores progênies em cada local e na média dos locais.

| Lavras   |          | Patos de Minas |          | Média             |          |
|----------|----------|----------------|----------|-------------------|----------|
| Progênie | Produção | Progênie       | Produção | Progênie          | Produção |
| 15       | 2412     | 16             | 2008     | 15 <sup>1</sup>   | 2046     |
| 18       | 2374     | 18             | 2759     | 16 <sup>2</sup>   | 2081     |
| 23       | 2407     | 23             | 2067     | 18 <sup>1,2</sup> | 2566     |
| 28       | 2627     | 28             | 2098     | 23 <sup>1,2</sup> | 2237     |
| 32       | 2490     | 43             | 2243     | 28 <sup>1,2</sup> | 2362     |
| 50       | 2357     | 48             | 1988     | 51 <sup>1</sup>   | 2225     |
| 51       | 2550     | 55             | 1940     | 55 <sup>1,2</sup> | 2230     |
| 55       | 2520     | 60             | 2056     | 60 <sup>2</sup>   | 2013     |
| 56       | 2474     | 68             | 3367     | 66 <sup>2</sup>   | 2156     |
| 62       | 2543     | 74             | 2002     | 68 <sup>2</sup>   | 2667     |
| 66       | 2417     | 93             | 2095     | 93 <sup>1,2</sup> | 2010     |
| 93       | 2514     | 94             | 2640     | 94 <sup>2</sup>   | 2578     |

1 e 2 - progênie que consta da seleção realizada em Lavras e Patos de Minas, respectivamente.

Dentre as 98 progênies, foram selecionadas as 12 mais produtivas com base na média dos locais (Tabela 8). Algumas destas progênies apresentaram grãos brilhantes e com halo escuro, provavelmente com pequena aceitação pelos consumidores e agricultores. Considerando as hipóteses de que os genes para resistência a C. lindemuthianum e brilho estejam ligados, é de se esperar que

o número de progênies com esses fenótipos seja maior e daí a maior probabilidade daquelas mais produtivas estarem entre elas. Portanto a seleção de progênies em populações semelhantes a ESAL 501 x TO, deve ser praticada com maior intensidade para um tipo de grão específico, o que deve contribuir para o surgimento de progênies recombinantes para as características favoráveis.

O ganho esperado em  $F_{10}$  com a seleção baseada em  $F_9$ , das 12 progênies mais produtivas foi estimado em 22,11%. As progênies mais produtivas não são necessariamente as mais precoces, o que é confirmado pelo coeficiente de correlação genética entre a produção e número de dias para florescimento que foi altamente significativo com valor de 0,672. Este valor está de acordo com o encontrado na literatura e indica dificuldades para o melhoramento quando o objetivo é reunir essas características numa cultivar, SANTOS & VENCOSKY (65).

As 12 progênies selecionadas foram avaliadas com relação a resistência a um isolado do fungo que foi encontrado na região de São Gotardo-MG. Esse isolado foi encontrado infectando cultivares portadoras do alelo Are, o que até então não havia sido detectado em Minas Gerais, sendo considerado, portanto uma raça nova presente na região. As progênies selecionadas foram resistentes a essa raça, confirmando que são portadoras do alelo Mexique 2, o qual confere resistência a um maior número de raças que o alelo Are.

O aparecimento de uma nova raça na região vem realçar a eficiência da utilização de únicos alelos que conferem resistência a um grande número de raças fisiológicas. Se o alelo Mexique

2 for na verdade um bloco gênico resultante da ligação de vários genes de resistência, assim como o gene para resistência ao míldio da cevada (RUSSEL 62), pode-se esperar uma maior durabilidade de sua resistência frente às raças de C. lindemuthianum, uma vez que a probabilidade de surgir mutação em vários genes de virulência a eles serem reunidos em uma única raça é muito menor do que a probabilidade de surgir mutante para um único gene, FEHR (20).

Além de progênies com boa produtividade de grãos, pretendu-se obter nesse trabalho, principalmente progênies resistentes a C. lindemuthianum e com tipo de grãos semelhantes ao da cultivar Carioca. Embora as progênies possuam grãos de cor bege e listras marrom, semelhantes aos da cultivar Carioca, a maioria delas apresenta grãos brilhantes e com halo escuro, características que podem contribuir para uma pequena aceitação por parte de agricultores e consumidores. Esse fato motivou ao uso de uma alta intensidade de seleção, cerca de 12%, mesmo sem uma avaliação experimental mais rigorosa das progênies, quanto à produtividade de grãos. As progênies selecionadas apesar de não apresentarem todas as características almejadas, constituem um germoplasma promissor para a continuidade do programa de melhoramento, uma vez que além de serem portadoras do alelo Mexique 2, apresentam um tipo de grãos mais próximo ao aceitável pelo mercado e são mais adaptadas que o progenitor T0.

## 5. CONCLUSÕES

1. A proporção de progênies resistentes à antracnose na geração  $F_6$  foi inferior à esperada considerando ser a resistência monogênica.
2. As progênies apresentaram grande variabilidade com relação à produção de grãos. Apesar disso, apenas 7% foram mais produtivas que o progenitor T0.
3. Em trabalhos com progenitores pouco adaptados como a linhagem T0, é aconselhável a realização de um ou mais retrocruzamentos com o progenitor adaptado visando aumentar a possibilidade de se identificar progênies superiores.
4. As progênies selecionadas, apesar de não terem permitido atingir plenamente os objetivos propostos, constituem um germoplasma promissor, bem superior ao progenitor T0, visto que além de possuírem o alelo Mexique 2 apresentam bom potencial produtivo e grãos com características que aproximam mais das exigidas pelo consumidor.

## 6. RESUMO

Com o objetivo de obter progênies com resistência a várias raças de C. lindemuthianum, grãos tipo 'Carioca' e boa produtividade, foi realizada seleção na população segregante F<sub>6</sub>, proveniente do cruzamento da linhagem ESAL 501, bem adaptada, porém suscetível à C. lindemuthianum, com a linhagem TO, pouco adaptada, mas portadora do alelo de resistência Mexique 2. Inicialmente foram selecionadas as sementes, de tipos mais semelhantes aos da cultivar 'Carioca' que foram inoculadas com isolado do fungo coletado na região sul de Minas. A inoculação foi realizada em sementes pré-germinadas e sem tegumento, que foram mantidas em condições controladas para favorecer o desenvolvimento da doença. Foram obtidas 98 progênies resistentes, as quais foram avaliadas quanto à produtividade de grãos e número de dias para florescimento em Lavras e Pato de Minas. Selecionaram-se as 12 progênies mais produtivas, as quais tiveram sua resistência devida ao alelo Mexique 2 confirmada.

Apesar de não apresentarem todas as características almejadas, as progênies selecionadas constituem um germoplasma promiss

sor, bem superior ao progenitor T0, visto que além de possuírem o alelo Mexique 2, apresentam bom potencial produtivo e grãos com características que aproximam mais das exigidas pelo consumidor.

## 7. SUMMARY

SELECTION OF DRY BEAN PROGENIES RESISTANT TO Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn) Scrib IN POPULATION ESAL 501 x TO

The objective of this research was to obtain dry bean progenies resistant to several races of Colletotrichum lindemuthianum, with grains of Carioca type and with high yields. The selection was made in a segregating population originated by crossing line ESAL 501 and line TO. ESAL 501 is a well adapted line which is susceptible to C. lindemuthianum, whereas TO is not adapted but has the Mexique 2 allele which confers resistance to several races of this fungus. Initially seeds similar of those of cultivar Carioca were selected and then inoculated with an isolate of the fungus collected in the Southern region of Minas Gerais State. The inoculation was done in pre-germinated seeds without tegument, kept in a controlled environment suitable for disease development. There were obtained 98 resistant progenies which were evaluated in relation to yield and number of days to bloom in Lavras and Patos de Minas counties. The 12 best yielding progenies were se-

lected and reavalueted for resistance due to Mexique 2 allele.

Although these progenies do not have all the desired characteristics, they represent a much better germplasm than line TO because they are more productive, have grain of the type preferred by consumers and have the Mexique 2 allele.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALBERINI, J.L.; MOHAN, S.K.; MENEZES, J.R. de; SILVA, W.R.da; OLIARI, L. & MEYER, R.C. Iapar 8 - Rio Negro, nova cultivar de feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(9/10):995-8, set./out. 1987.
02. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 381p.
03. ALLEN, D.J. The pathology of tropical food legumes; disease resistance in crop improvement. Chichester, John Wiley, 1983. 413p.
04. ARAÚJO, E. Resistência do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à infecção causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc et Magn) Scrib e à sua transmissão pelas sementes. Viçosa, UFV, 1988. 114p. (Tese DS).
05. ARAÚJO, I.D. de. Identificação da raça alfa de *Colletotrichum lindemuthianum* e reação de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 8(7):159-62, 1973.

06. AUGUSTIN, E. & COSTA, J.G.C. da. Fontes de resistência a duas raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum no melhoramento do feijoeiro no sul do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 6(1):265-72, 1971.
07. BANNEROT, H. Resultats de l'infection d'une collection de haricos par six races physiologiques d'antracnose. Annales de l'Amelioration des Plantes, Versailles, 15(2):201-22, 1965.
08. BARRUS, M.F. Variation of varieties of beans in theirs suscetibility to antracnose. Phytopathology, St. Paul, 1:190-5, 1911.
09. \_\_\_\_\_. Varietal suscetibility of beans to strains of Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn). Brit. et Cav. Phytopathology, St. Paul, 8:589-614, 1918.
10. BLISS, R.A. Inheritance of growth habit and time of flovering in beans. Journal of the American Society Horticultural Science, St. Joseph, 96(6):715-7, Nov./Dec. 1971.
11. BURKHOLDER, W.H. The gamma strain of Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn) Brit. et Cav. Phytopathology, St. Paul, 13:316-23, 1923.
12. \_\_\_\_\_. The production of an antracnose resistant white marrow bean. Phytopathology, St. Paul, 8(12):589-614, Dec. 1918.

13. CARDENAS, F.; ADAMS, M.W.; ANDERSEN, A. The genetic system for reaction of field beans (Phaseolus vulgaris L.) to infection by three physiologic races of Colletotrichum lindemuthianum. Euphytica, Wageningen, 13:178-86, 1964.
14. CASALI, V.W.D. & TIGCHELAAR, E.C. Computer simulation studies comparing pedigree, bulk and single seed descent selection in self pollinated populations. Journal American Society Horticultural Science, Mount, 100(4):364-7, Apr. 1975.
15. COYNE, D.P. Genetic control of a photoperiod temperature response for time of flowering in beans (Phaseolus vulgaris L.). Crop Science, Madison, 10(1):246-8, May/June 1970.
16. \_\_\_\_\_. Genetic of flowering in dry beans (Phaseolus vulgaris L.). Journal American Society Horticultural Science, Mount, 103(5):606-9, Sept. 1978.
17. \_\_\_\_\_. The genetics of photoperiodism effects of temperature on the photoperiodic response for time of flowering in Phaseolus vulgaris L. varieties. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Maryland, 83: 350-60, 1966.
18. \_\_\_\_\_ & SHUSTER, M.L. Genetic and breeding strategy for resistance to rust (Uromyces phascoli, (REBEN WINT) in beans (Phaseolus vulgaris L.). Euphytica, Wageningen, 24 (3):795:803, Nov. 1975.

19. ELLINGBOE, A.H. Changing concepts in host pathogen genetics. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 19:125-43, 1981.
20. FEHR, W.R. Breeding for pest resistance. In: \_\_\_\_\_. Principles of cultivar development; theory and technique. New York, Macmillan Publish Company, 1987. v.1, cap.21, p.304-18.
21. FOUILLOUX, G.L. Antracnose du haricot (Coletotrichum lindemuthianum, Sacc et Magn): nouvelles sources de resistance et nouvelles races physiologiques. Annales de l'Amelioration des Plantes, Versailles, 26:443-53, 1976.
22. \_\_\_\_\_. Bean antracnose: new genes of resistance. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, New York, 19: 36-7, 1976.
23. FREIRE FILHO, F.R. Herança do número de dias para a floração e do hábito de crescimento em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Viçosa, UFV, 1980. 38p. (Tese MS).
24. HAMBLIN, J. & ZIMMERMANN, M.J.O. Breeding common bean for yield in mixtures. Plant Breeding Reviews, Connecticut, 4:45-72, 1986.
25. HUBBELING, N. The new iota race of Colletotrichum lindemuthianum. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, New York, 20:58, 1977.

26. HUBBELING, N. Selection for resistance to antracnose particularly in respect to the Ebnet race of Colletotrichum lindemuthianum. Annual Report of Bean Improvement Cooperative, New York, 19:49-50, 1976.
27. JENSEN, N.F. Intra-varietal diversification in oat breeding. Journal of the American Society of Agronomy, Wisconsin, 44: 30-4, 1952.
28. JOHNSON, R. A critical analysis of durable resistance. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 13:312-34, 1975.
29. \_\_\_\_\_. Durable resistance: definition of genetic control and attainment in plant breeding. Phytopathology, St. Paul, 71(6):567-8, Jun<sup>o</sup> 1981.
30. JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L.; ROMEIRO, R. da S. & GASPAROTTO, L. Isolamento, cultivo e esporulação de Microcyclus ulei, agente etiológico do mal das folhas da seringueira. Revista Ceres, Viçosa, 31(177):322-31, set. 1984.
31. KIMATI, H. Algumas raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn). Scrib, 1988, que ocorrem no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1966. 28p. (Tese MS).
32. KRUGER, J.; HOFFMANN, G.M. & HUBBELING, N. The kappa race of Colletotrichum lindemuthianum and sources of resistance to antracnose in Phaseoli beans. Euphytica, Wageningen, 26 (1):23-5, Feb. 1977.

33. LEAKEY, C.L.A. & SIMBWA-BUNNYA, M. Races of Colletotrichum lindemuthianum and implications for bean breeding in Uganda. Annals of Applied Biology, London, 70(1):25-34, Jan. 1972.
34. MATHUR, R.S.; BARNETT, H.L.; LILLY, V.G. Sporulation of Colletotrichum lindemuthianum in culture. Phytopathology, St. Paul, 40(1):104-14, Jan. 1950.
35. Mc ROSTIE, G.P. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and a susceptible bean. Phytopathology, St. Paul, 9(2):141-8, Feb. 1919.
36. MASTENBROEK, C. A breeding program for resistance to anthracnose in dry shell haricot beans, based on a new gene. Euphytica, Wageningen, 2(6):177-84, July 1960.
37. MENEZES, J.R. de. Variabilidade patogênica de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc & Magn) Scrib em Phaseolus vulgaris L. Brasília, UnB, 1985.. 65p. (Tese MS).
38. \_\_\_\_\_; MOHAN, S.K. & BIANCHINI, A. Identificação de raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn). Scrib no estado do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. Anais... Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1982. p.297-8.
39. MINUSSI, E.T.; NETO, A. & KIMATI, H. Reação de 60 variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à raça BA-1 (grupo alfa) de Colletotrichum lindemuthianum. Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 5(4):275-80, dez. 1975.

40. NELSON, R.R. Breeding plants for disease resistance concepts and applications. London, The Pennsylvania State University Press, 1978. 401p.
41. OLIARI, L.; VIEIRA, C. & WILKINSON, R.E. Physiologic races of Colletotrichum lindemuthianum in the State of Minas Gerais, Brazil. Plant Disease Reporter, Beltsville, 57(10): 870-2, Oct. 1973.
42. OLIVEIRA, E.A.; ANTUNES, I.F. & COSTA, J.G.C. Bean antracnose race survey in south Brazil. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, New York, 16:42-3, 1973.
43. PADDA, D.S. & MUNGER, H.M. Photoperiod temperature and genotype interactions affecting time of flowering in beans, Phaseolus vulgaris L. Journal American Society Horticulture Science, Mount, 94:157-60, 1969.
44. PARADELA FILHO, O. & POMPEU, A.C. Ocorrência do grupo brasileiro I de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn). Scrib. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 1(3):195-8, Set. 1975.
45. PARLEVLIET, J.E. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. In: FREY, J.K. Plant Breeding II. Ames, The Iowa State University Press, 1981. v.2, cap.9, p.309-65.
46. \_\_\_\_\_ & ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance a new view including horizontal and vertical resistance in plants. Euphytica, Wageningen, 25(1):5-21, Feb. 1977.

47. PEREIRA, A.A.; ZAMBOLIM, L. & CHAVES, G.M. Melhoramento visando a resistência a doenças. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(122):82-92, fev. 1985.
48. PEREIRA FILHO, I.A.; RAMALHO, M.A.P. & FERREIRA, S. Avaliação de progênies de feijão e estimativas de parâmetros genéticos na região do Alto São Francisco em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(9/10):987-93, set./out. 1987.
49. PIO-RIBEIRO, G. & CHAVES, G.M. Estudo sobre variabilidade de isolamentos e culturas monospóricas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn.) Scrib. Experientiae, Viçosa, 19(4):59-71, fev. 1975.
50. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn.) Scrib. que ocorrem em alguns municípios de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Experientiae, Viçosa, 19(6):96-117, mar. 1975.
51. PLANK, J.E. van der. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, 1968. 206p.
52. POMPEU, A.S. Catú, Aeté-3, Aroana 80, Moruna 80, Carioca 80 e Aysó, novas cultivares de feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. Anais... Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.38-40.
53. QUIÑONES, F.A. Relationships between parents and selections in crosses of dry beans. Crop Science, Madison, 9(5):673-5, Sept./Oct. 1969.

54. RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A. de B. & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Ciência e Prática, Lavras, 3 (1):63-70, jan./jun. 1979.
55. \_\_\_\_\_ & SANTOS, J.B. dos. Melhoramento do feijão. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(90):16-9, jun. 1982.
56. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Novas linhagens do feijoeiro obtidas no programa de melhoramento da ESAL. Ciência e Prática, Lavras, 10(3):343-50, set./dez. 1986.
57. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & PEREIRA FILHO, I.A. Choise of parents for dry beans (Phaseolus vulgaris L.) breeding. I. Interaction of mean components by generation and location. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 11(2):391-400, jun. 1988.
58. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; SANTA CECÍLIA, F.C. & ANDRADE, M.A. de. Seleção de progênies no feijão 'Pintado' e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos. Ciência e Prática, Lavras, 3(1):51-7, jan./jun. 1979.
59. \_\_\_\_\_ & VENCOSKY, R. Estimacão dos componentes de variacão genética em plantas autógamas. Ciência e Prática, Lavras, 2(2):117-40, jul./dez. 1978.
60. RIBEIRO, S.R. Identificacão de raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn). Scrib. que ocorrem em alguns municípios do Estado do Espírito Santo e reacão de cultivares de feijão a nove raças do patógenô. Viçosa, UFV, 1978. 54p. (Tese MS).

61. ROBINSON, R.A. Disease resistance terminology. Review of Applied Mycology, London, 48(11/12):593-606, Nov./Dec. 1969.
62. RUSSEL, G.E. Plant breeding for pest and disease resistance. London, Butterworths, 1979. 485p.
63. SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ, 1980. 110p. (Tese MS).
64. \_\_\_\_\_; RAMALHO, M.A.P. & MACHADO, J. da C. Reação de linhagens e cultivares de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) a raça BA-2 de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Scrib. (Agente causal da antracnose). Ciência e Prática, Lavras, 11(1):85-91, jan./jun. 1987.
65. \_\_\_\_\_ & VENCOSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Ciência e Prática, Lavras, 10(3):265-72, set./dez. 1986.
66. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & RAMALHO, M.A.P. Controle genético da produção de grãos e de seus componentes primários em feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 20(10):1203-11, out. 1985.
67. SCHWARTZ, H.F.; PASTOR CORRALES, M.A. & SINGH, S.P. New sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot of beans (Phaseolus vulgaris L.). Euphytica, Wageningen, 31(3):741-54, Dec. 1982.

68. VELLO, N.A.; FEHR, W.R. & BAHRENFUS, J.B. Genetic variability and agronomic performance of soybean populations developed from plant introductions. Crop Science, Madison, 24 (3):511-4, May/June 1984.
69. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1987. Cap.5, p.135-215.
70. VIEIRA, C. Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa, UFV, 1983. 231p.
71. \_\_\_\_\_. O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento. Viçosa, UFV, 1967. 220p.
72. \_\_\_\_\_. Resistência horizontal à doenças e diversidade genética no melhoramento do feijoeiro no Brasil. Revista Ceres, Viçosa, 19(104):261-79, jul. 1972.
73. VIGLIERCHIO, D.R. & WENT, F.W. Plant growth under controlled conditions. IX. Growth and fruiting of the Kentucky Wonder bean (Phaseolus vulgaris L.). American Journal of Botany, 44(5):449-53, 1957.
74. WHITEHOUSE, R.N.H.; THOMPSON, J.B. & VALE RIBEIRO, M.A.M. Studies on the breeding of self-pollinating cereals. 2. The use of diallel cross analysis in yield prediction. Euphytica, Wageningen, 7:147-69, 1958.
75. YERKES JR., W.D. & ORTIZ, M.T. New races of Colletotrichum lindemuthianum in Mexico. Phytopathology, St. Paul, 46: 564-7, 1957.

76. ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; MARTINS, M.C. del P. Aspectos das principais doenças do feijão no estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(90):20-9; jun. 1982.
77. ZAUMEYER, W.J. & MEINERS, J.P. Disease resistance in beans. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 13:313-35, 1975.

**APÉNDICE**

Número médio de dias para o florescimento e produção média em kg/ha das 98 progênes resistentes a Colletotrichum lindemuthianum oriundas do cruzamento ESAL 501 x TO.

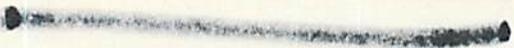
| Nº da pro<br>gênie | Dias p/o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha | Nº da pro<br>gênie | Dias p/ o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha |
|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 1                  | 52                   | 1284              | 22                 | 52                    | 1518              |
| 2                  | 51                   | 1391              | 23                 | 49                    | 2237              |
| 3                  | 58                   | 1189              | 24                 | 43                    | 1158              |
| 4                  | 52                   | 1210              | 25                 | 43                    | 1507              |
| 5                  | 54                   | 1491              | 26                 | 51                    | 1763              |
| 6                  | 51                   | 1129              | 27                 | 53                    | 1159              |
| 7                  | 51                   | 1646              | 28                 | 53                    | 2362              |
| 8                  | 54                   | 1420              | 29                 | 53                    | 1313              |
| 9                  | 56                   | 1593              | 30                 | 56                    | 1306              |
| 10                 | 51                   | 1798              | 31                 | 47                    | 1635              |
| 11                 | 54                   | 1512              | 32                 | 54                    | 1968              |
| 12                 | 52                   | 1398              | 33                 | 52                    | 1030              |
| 13                 | 58                   | 1527              | 34                 | 51                    | 1626              |
| 14                 | 47                   | 1462              | 35                 | 56                    | 1960              |
| 15                 | 52                   | 2046              | 36                 | 53                    | 1531              |
| 16                 | 57                   | 2081              | 37                 | 56                    | 1148              |
| 17                 | 49                   | 1365              | 38                 | 55                    | 1179              |
| 18                 | 50                   | 2566              | 39                 | 57                    | 815               |
| 19                 | 55                   | 1756              | 40                 | 51                    | 1602              |
| 20                 | 58                   | 1165              | 41                 | 55                    | 1885              |
| 21                 | 59                   | 1322              | 42                 | 55                    | 734               |

Cont.

| Nº da pro<br>gênie | Dias p/ o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha | Nº da pro<br>gênie | Dias p/ o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha |
|--------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 43                 | 49                    | 1967              | 66                 | 57                    | 2156              |
| 44                 | 59                    | 1305              | 67                 | 52                    | 1481              |
| 45                 | 49                    | 1748              | 68                 | 53                    | 2667              |
| 46                 | 49                    | 1287              | 69                 | 57                    | 1751              |
| 47                 | 45                    | 1535              | 70                 | 52                    | 1855              |
| 48                 | 54                    | 1821              | 71                 | 52                    | 928               |
| 49                 | 50                    | 1885              | 72                 | 52                    | 1003              |
| 50                 | 53                    | 1607              | 73                 | 53                    | 881               |
| 51                 | 53                    | 2225              | 74                 | 54                    | 1743              |
| 52                 | 52                    | 1686              | 75                 | 55                    | 1807              |
| 53                 | 53                    | 902               | 76                 | 56                    | 1083              |
| 54                 | 54                    | 1378              | 77                 | 56                    | 951               |
| 55                 | 48                    | 2230              | 78                 | 47                    | 1479              |
| 56                 | 54                    | 1877              | 79                 | 48                    | 1363              |
| 57                 | 56                    | 1359              | 80                 | 52                    | 883               |
| 58                 | 54                    | 1078              | 81                 | 54                    | 1276              |
| 59                 | 51                    | 1863              | 82                 | 53                    | 1404              |
| 60                 | 52                    | 2013              | 83                 | 52                    | 1512              |
| 61                 | 58                    | 1380              | 84                 | 55                    | 1149              |
| 62                 | 50                    | 1975              | 85                 | 46                    | 1399              |
| 63                 | 54                    | 1818              | 86                 | 58                    | 1226              |
| 64                 | 56                    | 1127              | 87                 | 53                    | 1514              |
| 65                 | 51                    | 1816              | 88                 | 57                    | 1118              |

Cont.

| Nº da pro<br>gênie | Dias p/o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha | Nº da pro<br>gênie | Dias p/o<br>floresc. | Produção<br>kg/ha |
|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| 89                 | 55                   | 1211              | 94                 | 54                   | 2010              |
| 90                 | 58                   | 1115              | 95                 | 53                   | 1761              |
| 91                 | 56                   | 1205              | 96                 | 51                   | 1149              |
| 92                 | 51                   | 699               | 97                 | 51                   | 1271              |
| 93                 | 53                   | 2578              | 98                 | 53                   | 1645              |
| $\bar{X}$ geral    | 53                   | 1519              |                    |                      |                   |
| $\bar{X}$ ESAL 501 | 52                   | 2214              |                    |                      |                   |
| $\bar{X}$ TO       | 40                   | 1027              |                    |                      |                   |



| Produção | Dist. p/ó | no de p/ó | Produção | Dist. p/ó | no de p/ó |
|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| kg/ha    | km/h      | cento     | kg/ha    | km/h      | cento     |
| 1820     | 24        | 98        | 1211     | 23        | 98        |
| 1781     | 25        | 98        | 1118     | 26        | 98        |
| 1789     | 21        | 98        | 1305     | 26        | 98        |
| 1721     | 21        | 97        | 889      | 27        | 97        |
| 1845     | 21        | 98        | 2378     | 27        | 98        |
|          |           |           | 1219     |           |           |
|          |           |           | 1214     |           |           |
|          |           |           | 1051     |           |           |